

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE ENFERMERÍA  
CARRERA DE TERAPIA FÍSICA**

**DISERTACIÓN DE GRADO PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE LICENCIADO  
EN TERAPIA FÍSICA**

**PREVALENCIA DE PIE PLANO GRADO I, II O III EN ESTUDIANTES DE  
EDUCACIÓN REGULAR BÁSICA DE LA ESCUELA ADVENTISTA CUIDAD DE  
QUITO, MEDIANTE BAROPODOMETRÍA DINÁMICA Y EL MÉTODO DE  
EVALUACIÓN DE HERNÁNDEZ CORVO.**

**ELABORADO POR:**

**MICHAEL SCHONAUER CUEVA**

**QUITO, DICIEMBRE, 2015**

## **ASPECTOS PRELIMINARES**

### **RESUMEN**

Los pies son los cimientos de una de las estructuras más complejas y perfectas de la naturaleza, el cuerpo humano, y habitualmente los desbalances biomecánicos que estos pueden presentar son pasados por alto. En una Institución Educativa de la ciudad de Quito se cuantificó la prevalencia del pie plano grado I, II o III con obtención de la muestra mediante Baropodometría Dinámica y la categorización del grado del pie plano con ayuda del Método de Hernández Corvo en estudiantes con rangos de edad entre 8 a 12 años, con la cual se obtuvo la cantidad de pies planos que hay dentro de la institución escolar. El total de la población fue de 36 estudiantes, en donde se encontró que la prevalencia de pie plano es de 7 estudiantes (19 %), y el grado de pie plano más común es el III para el pie izquierdo y el grado II y III para el pie derecho.

**Palabras clave:** Desbalance Biomecánico, Pie plano, Baropodometría Dinámica, Método de Hernández Corvo

## **ABSTRACT**

The feet are the foundation of one of the most complex and perfect structures of nature, the human body, and usually biomechanical imbalances that can present these are overlooked. In an educational institution in the city of Quito prevalence of flatfoot degree I, II or III with sample collection by a Foot Pressure Measurement Platform and categorization of the degree of flatfoot by the Hernandez Corvo Method of Measuring Feet, was quantified in students with age ranges between 8-12 years old, with which the amount of flat feet inside the school was obtained. The total population was 36 students, where it was found that the prevalence of flat foot in the school is 7 students (19%). The flat foot grade III is the most common for the left foot, and the grade II and III for the right foot.

**Key Words:** Biomechanical imbalances, Flat feet, Foot Pressure Measurement Platform, Hernandez Corvo Method Measuring Feet.

## DEDICATORIA

*A la memoria de Yolanda Borja y Luis Cueva, por siempre estar a mi lado, por mostrarme el mejor camino y sobre todo por siempre creer en mí. Los amo y los extraño mucho.*

## AGRADECIMIENTOS

*A Dios por aparecer en mi vida y nunca dejarme solo en este largo y arduo camino.  
A mi mamá por ser mi compañera más leal y por enseñarme cómo enfrentar la vida.*

*A mis grandes amigos Pedro, Francisco y Jorge por siempre estar ahí para mí.*

*A mi esposa Estefanía ya mi hijo Mateo porque gracias a ellos me he vuelto una persona más  
fuerte.*

## **AGRADECIMIENTOS ESPECIALES**

*A las Licenciadas Susana Arguello, Silvia Varela y Wilma Carvajal por enseñarme el verdadero valor de la Terapia Física.*

*A los licenciados Susana Arguello, Klever Bonilla y Anita Diaz por su tiempo y por ser una guía indispensable para la elaboración de este trabajo.*

*A la Escuela Adventista Ciudad de Quito por abrirme las puertas para tomar las muestras.*

# ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>ASPECTOS PRELIMINARES .....</b>	<b>i</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>iv</b>
<b>AGRADECIMIENTOS ESPECIALES.....</b>	<b>v</b>
<b>LISTA DE TABLAS.....</b>	<b>viii</b>
<b>LISTA DE ECUACIONES .....</b>	<b>ix</b>
<b>LISTA DE GRÁFICOS.....</b>	<b>x</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 PROBLEMA.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2 JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>1.3 OBJETIVOS.....</b>	<b>7</b>
<b>1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....</b>	<b>7</b>
<b>1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</b>	<b>7</b>
<b>1.4 METODOLOGÍA.....</b>	<b>8</b>
<b>1.4.1 TIPO DE ESTUDIO.....</b>	<b>8</b>
<b>1.4.2 UNIVERSO Y MUESTRA .....</b>	<b>8</b>
<b>1.4.3 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE INDIVIDUOS.....</b>	<b>8</b>
<b>1.4.4 FUENTES, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.....</b>	<b>9</b>
<b>1.4.5 PLAN DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN .....</b>	<b>10</b>
<b>1.4.6 CONSIDERACIONES ÉTICAS.....</b>	<b>11</b>
<b>1.5 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES .....</b>	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>13</b>
<b>MARCO TEORICO .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1 GENERALIDADES DE TOBILLO.....</b>	<b>13</b>
<b>2.2 GENERALIDADES DEL PIE.....</b>	<b>14</b>
<b>2.3 BÓVEDA PLANTAR.....</b>	<b>16</b>
<b>2.4 FASES DEL PASO Y FUNCIÓN DE LOS ARCOS DURANTE EL PASO.....</b>	<b>19</b>
<b>2.5 CINÉTICA DEL PIE.....</b>	<b>22</b>
<b>2.6 PIE PLANO .....</b>	<b>22</b>

2.6.1 CLASIFICACIÓN DEL PIE PLANO .....	23
2.7 OTROS MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LA HUELLA PLANTAR .....	24
2.7.1 BAROPODOMETRÍA DINÁMICA .....	33
2.7.2 MÉTODO DE HERNÁNDEZ CORVO .....	39
2.8 HIPÓTESIS .....	41
CAPÍTULO III .....	42
3.1 ANÁLISIS Y RESULTADOS .....	42
3.1.1 RESULTADO DE LA ADQUISICIÓN DE LA MUESTRA Y ESCALA UTILIZADA POR LA BAROPODOMETRÍA DINÁMICA .....	43
3.1.2 TABLAS DE FRECUENCIAS Y PORCENTAJES .....	44
3.2 DISCUSIÓN .....	48
CONCLUSIONES .....	53
RECOMENDACIONES .....	55
BIBLIOGRAFÍA .....	56
ANEXOS .....	58



## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla No. 1 En esta tabla se encuentra los métodos de análisis y obtención de la huella plantar más comúnmente utilizados, así como los autores que los han empleado y las ventajas e inconvenientes que pueden reportar cada uno (ATC, IA).....</b>	<b>31</b>
<b>Tabla No. 2 Descriptive characteristic of men and women in the Framingham Foot Study with complete biomechanical foot examinations.....</b>	<b>38</b>
<b>Tabla No. 3 Prevalencia de pie plano.....</b>	<b>44</b>
<b>Tabla No. 4 Frecuencia de Pie Plano grado II.....</b>	<b>45</b>
<b>Tabla No. 5 Frecuencia de Pie Plano grado III.....</b>	<b>46</b>

## LISTA DE ECUACIONES

Ecuación No. 1 Ecuación para hallar el Índice del Arco (Cavanagh, Rodgers, 1987) .....	28
Ecuación No. 2 Ecuación De Hernández Corvo .....	40

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico No. 1 Flexo-Extensión de Tobillo .....	14	
Gráfico No. 2 Articulación de Chopart.....	16	
Gráfico No. 3 Arcos del pie (arco interno).....	17	
Gráfico No. 4 Arcos del pie (arco externo).....	18	
Gráfico No. 5 Arcos del pie (arco anterior).....	19	
Gráfico No. 6 Fase de apoyo (Contacto Inicial) .....	20	
Gráfico No. 7 Fase de apoyo (apoyo medio) .....	20	
Gráfico No. 8 Fase de apoyo (propulsión) .....	21	
Gráfico No. 9 Fase de apoyo (toe off).....	21	
Gráfico No. 10 Imagen 3.....	24	
Gráfico No. 11 Marcación de la ATC.....	25	
Gráfico No. 12 Marcación del escafoides por palpación.....	26	
Gráfico No. 13 Medición del Índice del Arco.....	27	
Gráfico No. 14 Paciente contactando la plataforma .....	34	
Gráfico No. 15 Presiones plantares .....	35	
Gráfico No. 16 Typical examples of cavus, normal, and planus static foot posture categories .....	36	
Gráfico No. 17 Supinated, normal, and pronated dynamic foot function categories .....	37	
Gráfico No. 18 Evaluación de la huella plantar según el protocolo de Hernández Corvo .	41	
Gráfico No. 19 Media Pie Izquierdo	Gráfico No. 20 Media Pie Derecho .....	43
Gráfico No. 21 Escala en PSI .....		44

## **ANEXOS**

<b>ANEXO No. 1 . PRESIONES PLANTARES VALORADAS CON EL MÉTODO DE HERNÁNDEZ CORVO .....</b>	<b>58</b>
<b>ANEXO No. 2 CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA INSTITUCIONES.....</b>	<b>59</b>
<b>ANEXO No. 3 CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PADRES DE FAMILIA .....</b>	<b>62</b>
<b>ANEXO No. 4 CARTA DIRECTORA DEL COLEGIO ADVENTISTA CIUDAD DE QUITO .....</b>	<b>65</b>

## INTRODUCCIÓN

En la ciudad de Quito, se encuentra la Escuela Adventista Ciudad de Quito, fundada en el año de 1960, la cual es una institución educativa reconocida por el Ministerio de Educación que basa sus principios básicos y valores en las sagradas escrituras de Dios. La Escuela está conformada por una Directora, una contadora, una secretaria y nueve profesoras. En la actualidad cuenta con sesenta niños que van de los siete hasta los doce años.

La salud es un derecho fundamental de todo niño en el Ecuador, pero existen ciertos aspectos de la misma que no son tomados en cuenta y no se les presta la atención respectiva, como por ejemplo la alineación corporal o la ergonomía que nuestros hijos manejan en sus etapas escolares. El niño desarrolla su cuerpo mientras cursa los estudios preescolares y primarios y alcanza su maduración corporal completa cuando culminan los estudios secundarios. Durante estos doce años o más nuestros hijos van adquiriendo diferentes posturas las cuales son pasados por alto por los departamentos médicos debido a la falta de conocimiento sobre el tema.

Existen muchas maneras complejas de valorar las posturas de los niños, pero todas parten analizando los cimientos del cuerpo humano que son los pies. Si nuestra base de sustentación está desalineada, el resto del cuerpo se encontrará igual.

En el primer capítulo se describe la tecnología y metodología a utilizar así como el planteamiento del problema y la justificación del presente estudio. En el segundo capítulo se muestra como el uso de tecnología de punta como la baropodometría dinámica nos ayuda en la adquisición de la muestra, la cual resulta más verás y confiable que otros métodos, para después utilizar los conocimientos ya descritos del Método de Hernández Corvo, diagnosticar de manera más acertada el grado de una de las alteraciones biomecánicas de pie más frecuente que conlleva a muchos desbalances posturales y puede afectar el desarrollo corporal de nuestros niños, que es el pie plano.

Por último, en el tercer capítulo se discuten y se presentan los resultados de la investigación, también se las compara con estudios realizados en la ciudad de Quito – Ecuador como también con un estudio realizado en la ciudad de Arica- Chile.

El objetivo del trabajo es cuantificar cuantos niños de la Escuela presentan pie plano y determinar (entre esa población) si el grado I, II o III es el más frecuente entre ellos.

# CAPÍTULO 1

## 1.1 PROBLEMA

Las personas en la actualidad caminan con los pies protegidos por algún tipo calzado, el cual elimina el contacto del pie contra el terreno en el que se están caminando, dejando como único contacto para el pie, la plantilla del zapato, sin importar la irregularidad del terreno en donde caminen. Y es aquí, cuando la bóveda plantar realiza muy pocos esfuerzos de adaptabilidad al terreno debilitando los medios naturales de sostén que son los músculos y ligamentos. (Naiijjarine, 2008)

Existen diferentes causas para la aparición de un pie plano, así como varios tipos del mismo. Según Kapanji (Kapandji, 2008) menciona que: “El hundimiento de la bóveda plantar se debe a la debilidad de sus medios naturales de sostén, músculos y ligamentos”. Geideman y Johnson (Geideman & Johnson, , 2000) manifiestan que: “La disfunción del músculo Tibial Posterior, es un trastorno que con frecuencia provoca aplanamiento del arco interno y dolor en la cara externa del tobillo por una excesiva compresión”

Hasta la actualidad se han descrito cuatro tipos de pie plano, y estos son diagnosticados gracias a la huella plantar del individuo o paciente. Para poder emitir un diagnostico eficaz es necesario tomar una muestra del porcentaje de la planta del pie que tiene contacto con el piso, esto se lo realiza de diferentes maneras pero siempre con el paciente de pie.

Existen diversas maneras de tomar la muestra de la huella plantar o de medir el hundimiento del arco interno. “El uso del pedígrafo es muy frecuente en la práctica clínica. Consiste en pisar sobre un dispositivo de goma impregnado en tinta bajo el cual hay un papel que tras la pisada se impregna de la tinta y señala la huella plantar de manera estática”. (Gómez, 2008)

“Los métodos cuantitativos de medida del arco plantar, como las radiografías del pie, han sido y son muy usados, pero son más costosos y pueden tener algún perjuicio para los participantes como la exposición a la radiación (Chu & Lee, 2008). La radiografía se usa tanto como método de obtención de la huella como método de análisis de la misma”. (Silvia, Lara Sánchez , Zagalas Sánchez, & Martínez López, 2010)

Estas pruebas, junto con otras, no toman en cuenta las fuerzas y deformaciones a las que la bóveda plantar está sometida durante el desarrollo del paso, haciendo que las muestras recogidas no sean fiables para un análisis posterior y así dar un diagnóstico efectivo.

Debido a la cantidad de estudiantes que manifiestan dolor en la planta de sus pies después de realizar las clases de actividades físicas dentro de la Unidad educativa, se propone el trabajo expuesto a continuación, el cual pretende mostrar una manera más fácil y certera de la toma de la huella plantar utilizando tecnología de punta, para así mediante el Método de Evaluación de Hernández Corvo poder dar un diagnóstico y categorización del pie plano grado I, II y III de una manera más específica y veraz.



## 1.2 JUSTIFICACIÓN

Los pies son los cimientos de una estructura muy compleja como es el cuerpo humano. Cualquier desbalance en ellos desencadena un desequilibrio en otras articulaciones del cuerpo, como son las articulaciones de rodillas, cadera e inclusive espalda. (Naiijjarine, 2008)

Se describe el siguiente tema con el fin de lograr tomar de manera más fiable la muestra de la huella plantar considerando el dinamismo y la función de los arcos plantares durante la marcha, para, con ayuda del Método de Hernández Corvo lograr emitir un criterio con mayor eficacia en el diagnóstico del pie plano grado I, II y III.

Es un trabajo de relevancia para los Profesionales de salud relacionados con el tema, puesto que expone una manera mucho más confiable y rápida de obtener la muestra de la huella plantar, fusionando tecnología de punta como el análisis de presiones plantares computarizada (Matscan) con los conocimientos antiguos, en este caso como el Método de Hernández Corvo, que presentan tener mucha experiencia, ayudando así a tener un nuevo punto de vista sobre un trastorno tan antiguo como es el pie plano. La tecnología usada podría colaborar para realizar nuevas investigaciones puesto que con ella se logran obtener datos que antes no se tomaban en cuenta porque no se conocía de su existencia, como el tiempo de contacto o de permanencia del talón, antepie y del pie en general con el piso, así mismo la fuerza por segundo que el talón, el antepie y el pie en general presentan durante la marcha.

No se debería tratar de diagnosticar que tipo de pie plano tiene el paciente cuando se obtiene muestras de presiones plantares estáticas, porque hay que tomar en cuenta que los arcos del pie son estáticos en la bipedestación y la muestra más eficaz se la debe tomar el momento que el arco sufre las deformaciones por el peso del cuerpo y el contacto con el piso, es decir durante la marcha específicamente en la fase de balanceo en donde existe un apoyo monopodal que carga con todo el peso del cuerpo.

Es de gran importancia social, puesto que los pacientes podrán tener acceso a un diagnóstico sin tantos errores y, por ende podrán recibir un mejor tratamiento con el fin de prevenir cualquier tipo de desequilibrio en otras articulaciones del cuerpo.

La población a la que se realizara la muestra es sujeta a presentar varias alteraciones estructurales de la huella plantar, puesto que están en una edad en donde la bibliografía habla de que a partir de los ocho años de edad el niño adquiere el patrón de marcha de un adulto.

Existen diferentes tipos de pie plano. En este estudio analizaremos pacientes de ocho a doce años de edad que no presentan ningún tipo de patología, por lo que definiremos al pie plano según la muestra de huella plantar que se les haga a cada uno con ayuda de la Baropodometría Dinámica y con ayuda del Método de Evaluación de Hernández se categorizara en pie plano grado I, II o III.

## **1.3OBJETIVOS**

### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

- Establecer la prevalencia del pie plano grado I, II y III de los niños entre 8 y 12 años de la Escuela Adventista Ciudad de Quito.

### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar por medio de Método de Hernández Corvo el grado I, II o III de pie plano que puedan presentar los estudiantes.
- Cuantificar el pie plano grado I, II o III que se presente en la Escuela Adventista Ciudad de Quito.
- Analizar el grado de prevalencia de los resultados arrojados.

## **1.4 METODOLOGÍA**

### **1.4.1 TIPO DE ESTUDIO**

La investigación tiene un enfoque cuantitativo, ya que representa una guía estructurada de cómo se va a realizar la investigación y pueden ser medidas sus variables. Es transversal puesto que muestra la cantidad de estudiantes que presentan pie plano, sin tomar en cuenta desde cuándo y porque los estudiantes adquirieron el mismo. Es un estudio observacional, descriptivo porque mide la prevalencia de pie plano y sus grados I, II y III en una población determinada de estudiantes escolares, con lo cual se obtendrá un valor estadístico porcentual que nos permitirá estimar la prevalencia del pie plano en general y la prevalencia de grado del mismo.

### **1.4.2 UNIVERSO Y MUESTRA**

Dadas las características del estudio y de la institución "Escuela Adventista Ciudad de Quito" en la cual se va a llevar a cabo, no cabe la realización de cálculo muestral, sino que se va a estudiar al universo completo fundamentado los criterios de inclusión y exclusión a realizar

### **1.4.3 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE INDIVIDUOS**

Con la finalidad de asegurar la población se tomaran en cuenta varios criterios para la inclusión y exclusión de individuos que formaran parte del presente estudio, los cuales se detallan a continuación:

#### **INCLUSIÓN**

- Estudiantes de 8 a 12 años de edad que asistan a la Escuela Adventista Ciudad de Quito.
- Estudiantes de sexo masculino y femenino.
- Estudiantes que tengan el consentimiento firmado por su representante legal.

## EXCLUSIÓN

- Niños menores de 8 años debido a que las articulaciones del pie y su marcha no alcanzan el desarrollo suficiente para ser consideradas iguales a las de un adulto.
- Niños mayores de 12 años.
- Niños dentro de los rangos de edad propuestos los cuales sus tutores legales no firmaron el permiso de autorización para realizarles el estudio.

### 1.4.4 FUENTES, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

- a) **Fuentes:** Se describen 2 tipos de fuentes: De primera mano se encuentra las primarias, que son las que se originan por una testificación o demostración directa sobre el tema de investigación, en este caso serán datos provenientes de un examen de baropodometría dinámica realizada a los estudiantes por el investigador para obtener las muestras necesarias para el estudio. Las fuentes secundarias en cambio son las que involucran datos que serán derivados de revisiones bibliográficas como: libros, artículos o papers científicos, informes investigativos, reportes, y páginas web que se involucren en la materia.
- b) **Técnicas:** Se obtendrá la muestra de la huella plantar de cada niño mediante un examen de presiones plantares computarizada (baropodometría dinámica) la misma que arrojará los resultados en un formato de Microsoft Word para luego ser impresas y analizadas mediante observación y la técnica (que se va a utilizar durante el estudio) del Método de Hernández Corvo.
- c) **Instrumentos:** Se utilizará una Plataforma que mide las presiones plantares o Baropodometría Dinámica, de marca Tekscan. El sistema consiste en una plataforma de 5 mm de espesor (432 X 368 mm) compuesto por 2,288 sensores

con un muestreo de frecuencia de 40 Hz, la misma que será calibrada de acuerdo al peso en kg de cada estudiante, con el cual se hará la adquisición de las muestras de las presiones plantares de los estudiantes y posteriormente se las analizará mediante la técnica o Método de Hernández Corvo. La plataforma se calibra de acuerdo al peso en kilogramos de cada niño, por lo que se utilizará una balanza para pensarlos. Una vez adquirido el peso del niño, se coloca este valor dentro del software en unidades de kilogramos y se le pide al niño que se pare sobre el pie derecho dentro de la plataforma, que mantenga esa posición durante 8 segundos y en caso de no poder mantener la posición, se le pide que con la yema de sus dedos adquiera estabilidad contactando la pared que está a lado derecho de él.

Tanto para la calibración como para la adquisición de la muestra la plataforma deberá estar apoyada sobre una superficie plana, como baldosa, y se le pide al niño que camine a través del equipo contactando (el niño lo realiza utilizando medias) primero con el pie derecho y luego que regrese contactando con el pie izquierdo, esto se lo repetirá por tres ocasiones (es necesario que solo un pie a la vez contacte la plataforma puesto que el software del equipo así lo requiere) con los cuales se obtendrá 3 muestras del pie derecho y 3 muestras del pie izquierdo, después el software se encargará de sacar una media de las 3 tomas para obtener un resultado más específico.

La adquisición de la muestra toma aproximadamente dos minutos por niño.

#### **1.4.5 PLAN DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN**

Los datos obtenidos de la presente investigación, serán ingresados en una base electrónica en Excel y los resultados presentados en tablas y gráficos. Las variables cuantitativas del estudio se expresaran como porcentajes.

#### **1.4.6 CONSIDERACIONES ÉTICAS**

El presente estudio se registrará bajo las normas éticas básicas de la Declaración de Helsinki de 2013, por lo que la información obtenida de las pacientes, se manejará exclusivamente para el desarrollo de la presente investigación manteniendo el carácter confidencial. La identidad de los pacientes es de absoluta reserva del investigador, sin la posibilidad de divulgar a terceros, el contenido de los formularios por ningún motivo.

Se obtendrá previamente la autorización firmada de los padres de los estudiantes, a través del consentimiento informado (Anexo 1), así como de la/s Autoridad/es respectivas de la Escuela, para el desarrollo de la investigación, luego de pedir autorización (Anexo 2) y ofrecer la información detallada del estudio.

## 1.5 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variable	Definición Conceptual	Dimensión	Definición Operacional	Indicador	Escala
<b>Grado de Pie plano según Hernández Corvo</b>	Escala que ayuda a categorizar el grado de pie plano.	Según el método de Hernández Corvo	Grado I Grado II Grado III	Ordinal	Porcentual
<b>Presiones plantares según Baropodometría dinámica</b>	Instrumento computarizado q mide las presiones plantares			Escala de colores de presión	
<b>Lateralidad</b>	Inclinación sistematizada a utilizar más una de las dos partes simétricas del cuerpo		Izquierda  Derecha	Ordinal	
<b>Edad</b>	Años de vida cronológicos de la persona.		Niños de 8 a 12 años	Ordinal	



## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEORICO**

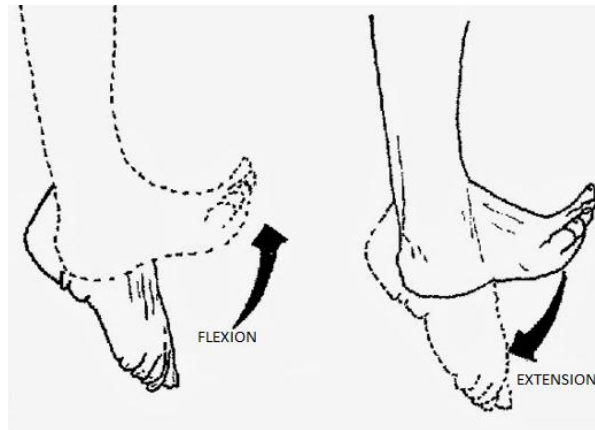
#### **2.1 GENERALIDADES DE TOBILLO**

El pie junto con el tobillo y la bóveda plantar cumple la función de absorber y trasladar fuerzas, generar una adaptabilidad eficiente, en especial durante la fase de apoyo de la marcha, para mantener la estabilidad del cuerpo el momento que este toma contacto con cualquier superficie y así lograr mediante el arco longitudinal interno del pie una palanca rígida para que el cuerpo pueda impulsarse hacia adelante durante la marcha. Estas tareas requieren que tanto el pie como el tobillo sean lo suficientemente flexibles y que cuenten con estructuras óseas, articulares y de tejido blando capaces de brindarle la facilidad para cumplir con tan importantes funciones. (Kapandji, 2008)

“La articulación del tobillo, o tibiotarsiana, es la articulación distal del miembro inferior. Es una tróclea, lo que significa que solo posee un único grado de libertad.” “No solo es necesaria, sino indispensable para la marcha, tanto si ésta se desarrolla en terreno llano como en terreno accidentado.” (Kapandji, 2008)

La articulación del tobillo está formado por la tibia, el peroné y el astrágalo. En sus porciones distales, la tibia y el peroné forman una especie de paleta que sujeta a una cabeza cilíndrica del astrágalo, permitiendo los movimientos de flexión y extensión. Cuya amplitud de movimiento es de 20 a 30 grados para la flexión y de 30 a 50 grados para la extensión. (Kapandji, 2008)

### Gráfico No. 1 Flexo-Extensión de Tobillo



**Fuente:** Gonzáles Zas, Ignacio. La importancia de una buena flexión dorsal de tobillo para la carrera a pie rápida y saludable, 2013.

## 2.2 GENERALIDADES DEL PIE

Las articulaciones del pie son numerosas y complejas; unen los huesos del tarso entre sí además de conectarlos con el metatarso. Encontramos la articulación subastragalina, la de Chopart, de Lisfranc y las articulaciones escafo-cuboidea y escafo-cuneales. Estas articulaciones cumplen dos funciones muy importantes, una de ellas es que el pie puede orientarse adecuadamente con respecto al suelo, sea cual sea la posición de la pierna y la inclinación del terreno. En segundo lugar, modificar tanto la forma como la curva de la bóveda plantar, otorgándole al pie esa característica de adaptabilidad creando un sistema de amortiguación de fuerzas entre el suelo y la pierna. (Nordin & Frankel, 2012).

La funcionalidad del pie está influenciada por su estructura, sobre todo por el arco interno, ya que gracias a su forma triangular (Kapandji, 2008) de la bóveda plantar y sus puntos de apoyo en talón y metatarsianos, es capaz de soportar todo el peso de nuestro cuerpo sin hundirse. Además, la altura del arco longitudinal interno tiene influencia sobre otras estructuras del cuerpo, como la espalda o la movilidad de toda la extremidad inferior (Menz & Munteanu, 2005).

El pie está conformado por 28 huesos (incluidos los sesamoideos) y se divide en tres regiones:

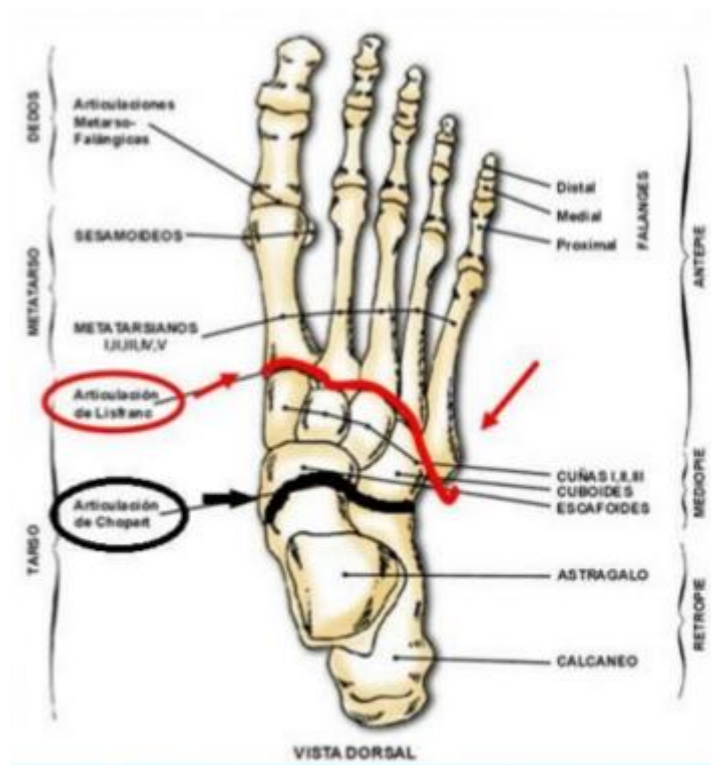
1. Retropie: Conformado por el astrágalo y el calcáneo. Aquí se encuentra la articulación subastragalina en la cual se dan los movimientos de inversión – eversión y aducción - abducción. La articulación subastragalina libera la parte inferior de la pierna para rotar en el plano transversal o balancearse de lado a lado en el plano coronal sin necesidad de que el pie se mueva del piso. De esta manera aporta una plataforma estable y fija sobre el piso con la capacidad de avanzar, balancearse, cambiar de dirección y funcionar sobre superficies irregulares (Nordin & Frankel, 2012)
2. Mediopie: Conformado por los huesos del tarso (escafoides, tres cunas y el cuboide). Aquí encontramos la articulación mediotarsiana, tarsiana transversal o de Chopart, está conformada por dos articulaciones, la astrágaloescafoidea, la cual tiene un rango mayor de movimiento, y la articulación calcaneocuboidea, la cual tiene menor rango de movimiento. Es muy difícil obtener las medidas exactas de la amplitud de movimiento de la articulación mediotarsiana debido su naturaleza compleja y por el pequeño tamaño de los huesos que la componen (Neuman, 2010).

También encontramos la articulación de Lisfranc conformado por las tres cunas, cuboide y las bases de los metatarsos. Es una articulación muy estable intrínsecamente. La relativa rigidez del segundo metatarso (y cierto grado de la base del tercer metatarso) permite que este funcione como la estructura rígida central del arco longitudinal del pie, participando como una palanca rígida para empujar y despegar en la etapa final de la fase de apoyo de la marcha (Cornwall & McPoil, 2002).

3. Antepie: Incluye los metatarsos y las falanges. En esta región del pie se describen movimientos de flexo – extensión de los dedos del pie. La

amplitud de movimiento pasivo es de 65 grados para la extensión y 40 grados para la flexión plantar, con excepción de la primera articulación metatarso falángica que puede llegar a los 85 grados de extensión o dorsiflexión (Van Gheluwe, Dananberg, & Hagman, 2006).

**Gráfico No. 2 Articulación de Chopart**



**Fuente:** Sánchez, L. Fernando. Fracturas del tarso, Metatarso y dedos del pie, 2012

### 2.3 BÓVEDA PLANTAR

La estructura de la planta del pie se define como una bóveda sujeta por tres arcos. Son estos arcos los que dan la forma y el dinamismo a la planta del pie, para ello debe existir una armonía perfecta entre todos los elementos que la conforma y así lograr el

propósito de brindar el mejor contacto posible con el suelo. Las alteraciones de esta pueden aumentar o disminuir las curvas de estos arcos lo cual repercute en el apoyo con el suelo el momento de la marcha, la carrera o inclusive en la misma bipedestación. (Kapandji, 2008)

La bóveda plantar tiene una forma triangular con tres puntos de apoyo que van de la cabeza del primer metatarso a la cabeza del quinto metatarso hasta la tuberosidad posterior del calcáneo (todos en sus caras plantares). Está conformada por tres arcos:

- i. Arco interno: Va desde el calcáneo hasta la cabeza del 1er metatarso. Atraviesa por cinco huesos: calcáneo, astrágalo, escafoides (punto más alto del arco, 15 a 18 mm por arriba del suelo), primera cuña y la cabeza del primer metatarso. El arco interno conserva su concavidad gracias a los ligamentos plantares que unen estas cinco piezas óseas (cuneometatarsiana, escafocuneal, calcaneoescaloidea inferior, calcaneoastragalina), estos resisten todas las fuerzas violentas de corta duración. Y a los músculos (tibial posterior, peróneo lateral largo, flexor propio del dedo gordo y aductor del dedo gordo) que se oponen a deformaciones prolongadas y actúan como verdaderos tensores del arco interno del pie. (Kapandji, 2008)

### Gráfico No. 3 Arcos del pie (arco interno)



**Fuente:** Conforpie. Arcos del pie, 2010.

- ii. Arco externo: Va desde el calcáneo hasta la cabeza del 5to metatarsiano. Comprende tres huesos (calcáneo, cuboides y 5to metatarsiano). Su punto más alto es el hueso cuboides y se encuentra de 3 a 5 mm y contacta el suelo a través de partes blandas. El arco externo es mucha más rígido que el arco interno para así poder transmitir el impulso motor del tríceps sural. El arco esta sostenido por un ligamento principalmente (ligamento calcaneocuboideo plantar) que impide el bostezo inferior de la articulación calcaneocuboidea y cuboideometatarsiana, además de la tensión de tres músculos (peròneo lateral largo, corto y abductor del quinto dedo). (Kapandji, 2008)

**Gráfico No. 4 Arcos del pie (arco externo)**



**Fuente:** Conforpie. Arcos del pie, 2010.

- iii. Arco anterior o transverso: Se localiza desde la cabeza del 1er metatarso (se encuentra a 6 mm del suelo) y se extiende hasta la cabeza del 5to metatarso (se encuentra a 6 mm del suelo) atravesando las cabezas del 2do metatarso (punto más alto del arco anterior, se encuentra a 9mm del suelo), 3er metatarso (se encuentra a 8.5 mm del suelo) y el 4to metatarso (se encuentra a 7mm del suelo). La concavidad

de este arco está poco acentuada y contacta el piso por medio de las partes blandes del antepie, constituyendo el llamado talón del pie. Este arco es tensionado por tres músculos (haz transverso del abductor del dedo gordo, el peroneo lateral largo y las expansiones plantares del tibial posterior). (Kapandji, 2008)

**Gráfico No. 5 Arcos del pie (arco anterior)**



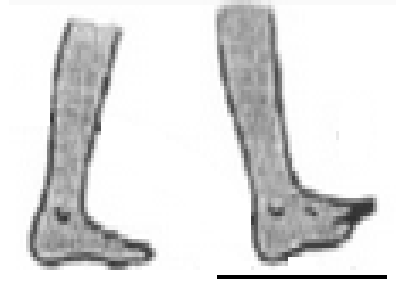
**Fuente:** Conforpie. Arcos del pie, 2010.

## **2.4 FASES DEL PASO Y FUNCIÓN DE LOS ARCOS DURANTE EL PASO**

Durante la marcha el desarrollo del paso va a someter a la bóveda plantar a fuerzas y deformaciones que demuestran claramente su función de amortiguador de las fuerzas el momento de contacto con el piso. El paso se realiza en cuatro fases:

1. Primera fase o contacto inicial: El pie contacta el piso mediante el apoyo posterior de la bóveda plantar, es decir, el talón. Los tres arcos se mantienen estáticos sin deformarse. (Kapandji, 2008).

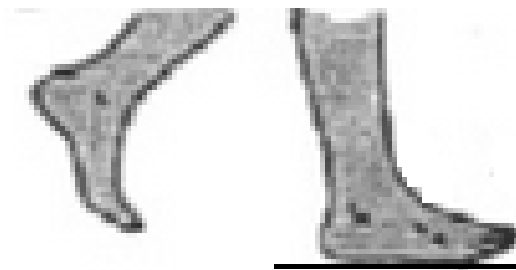
### Gráfico No. 6 Fase de apoyo (Contacto Inicial)



**Fuente:** luisbernal.es. Evolución de marcha normal y patológica, 2011

2. Segunda fase o apoyo medio: Aquí la toda la planta del pie contacta con el piso. El peso del cuerpo recae sobre toda la superficie de la planta del pie. Durante esta fase el arco interno se vuelve dinámico amortiguando la carga del peso, mientras el arco externo y el anterior se mantienen fijos. (Kapandji, 2008)

### Gráfico No. 7 Fase de apoyo (apoyo medio)



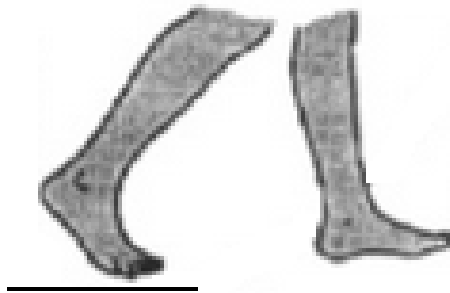
**Fuente:** luisbernal.es. Evolución de marcha normal y patológica, 2011

3. Tercera fase o propulsión: El peso del cuerpo se halla por delante del pie que se encuentra en apoyo. Todo el contacto se encuentra en el antepié.



El arco anterior amortigua el peso, descendiendo su altura, durante esta fase. (Kapandji, 2008)

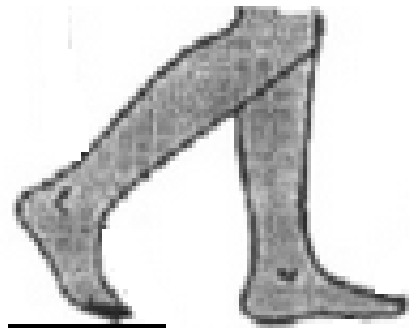
#### **Gráfico No. 8 Fase de apoyo (propulsión)**



**Fuente:** luisbernal.es. Evolución de marcha normal y patológica, 2011.

4. Cuarta fase o toe off: En esta fase ya no hay contacto con todo el antepié. La carga se medializa y se traslada el peso hacia la cabeza del primer metatarso y sus falanges. En esta fase los tres arcos del pie conforman una palanca rígida que ayuda a empujar y despegar el pie. (Kapandji, 2008)

#### **Gráfico No. 9 Fase de apoyo (toe off)**



**Fuente:** luisbernal.es. Evolución de marcha normal y patológica, 2011.

## **2.5 CINÉTICA DEL PIE**

Las magnitudes de las cargas que experimenta el pie son muy grandes. La fuerza de distribución bajo el pie durante la fase de balanceo ha sido objeto de varias investigaciones durante la última mitad del siglo pasado. Los estudios de presión plantar realizados por Cavanaugh y Cols., (1987) han determinado que la distribución de la marcha en el pie es de la siguiente manera: Talón 60 %, mediopie 8 %, antepie 28% y dedos 4 %. (Nordin & Frankel, 2012)

La dinámica de la marcha ejerce la principal influencia sobre la presión plantar durante la caminata. Al caminar, descalzo, el centro de la presión durante el contacto inicial se ubica en la parte central del talón y se acelera rápidamente, durante la fase de apoyo medio, a través del mediopie para alcanzar el antepie, en donde la velocidad disminuye. Las presiones máximas sobre el antepie se alcanzan en la fase de propulsión y se ubican bajo la cabeza del 2do metatarso con el 80 % de la presión. En la fase de toe off el centro de presión se localiza bajo el dedo gordo. (Cavanagh, Morag, & Boulton, 1997)

La distribución de las presiones plantares cambia con el uso de calzado adecuado y de adaptaciones ortésicas a la medida. Estas reducen la máxima presión sobre el tobillo al producir una distribución más uniforme de la presión sobre el talón. Con zapatos, la distribución de carga del antepie cambia hacia interno, ubicando la presión máxima sobre la cabeza del 1er y 2do metatarsiano y las presiones en los dedos aumentan. (Soames, 1995)

## **2.6 PIE PLANO**

Es la deformación en la cual el arco plantar interno ha disminuido en su altura o ha desaparecido generando un aumento de la huella plantar.

El pie plano es una condición clínica muy frecuente que es responsable de un importante número de consultas médicas. Los infantes nacen con pie plano, el arco longitudinal se desarrolla naturalmente durante la primera década de la vida. El pie plano se hace evidente cuando los niños desarrollan la bipedestación. Se trata de una de las

mayores causas por la que los niños son llevados tanto a la consulta pediátrica, como a la consulta con ortopedistas.

El pie plano en niños se encuentra dado por dos fenómenos, el primero dado por la presencia de una almohadilla de grasa en la planta del pie, y segundo que el arco longitudinal medial plantar no se encuentra presente en el momento del nacimiento lo cual está dado por la gran flexibilidad de los ligamentos del niño, lo cual hace que sea difícil observar el arco antes de los 3 años de edad.

Durante el crecimiento de los niños es importante un diagnóstico y tratamiento preciso, el objetivo es mejorar la disposición de los huesos del pie para reducir su gravedad mejorando la biomecánica del pie y disminuir la frecuencia e intensidad de algias de tipo mecánico tras actividades (frecuentemente escolares o extracurriculares) prolongados de los niños. (Lozano, 2009)

### **2.6.1 CLASIFICACIÓN DEL PIE PLANO**

El pie plano se clasifica en cuatro tipos. Partiendo del dibujo I como un pie con presiones normales, se puede apreciar como a medida que avanzamos al pie II, III y IV la zona media del pie aumenta su área de contacto con el piso. Esto demuestra el descenso del arco interno del pie durante la fase de balanceo de la marcha y la fase de apoyo medio del pie. En estas fases el arco interno es dinámico por lo que gracias a la deformación que sufre el mismo podemos clasificar que grado de pie plano tiene el paciente. (Kapandji, 2008).

**Gráfico No. 10 Imagen 3**



**Fuente:** Benjumea, R. Catalina. Mora, Q. Carlos Andrés. Rehabilitación y tratamiento ortésico en pacientes con pie plano, 2008.

## **2.7 OTROS MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LA HUELLA PLANTAR**

Al estudiar el aparato locomotor, el pie merece un análisis detallado y profundo, ya que son los cimientos de nuestro cuerpo por ser el único contacto que tenemos con el suelo. Según Viladot, “el pie es una estructura tridimensional variable, base del mecanismo antigravitatorio y constituye una pieza fundamental para la posición bipodal y la marcha humana” (Viladot, 2000).

Las mediciones del pie se suelen hacer con la intención de prescribir órtesis o ayudar en el descubrimiento de factores de riesgo y lesiones deportivas o de otro tipo. Existe algunos métodos para cuantificar la huella plantar y establecer una clasificación del tipo de pie (Tabla 1), pero muchos no están aceptados ni validados (Silvia, Lara Sánchez , Zagalas Sánchez, & Martínez López, 2010).

Autores como, (Howard & Briggs, 2006) y (Elvira, Vera García, Meana, & García , 2008) dividen los métodos de análisis en las siguientes categorías:

- Parámetros recogidos de la huella plantar: Índice del arco (**IA**), índice del arco modificado (**IAM**), ángulo del arco, índice de la huella, índice del arco truncado, índice de la longitud del arco, etc.
- Evaluación radiográfica: Ángulo de inclinación del calcáneo y ángulo entre el calcáneo y primer metatarsiano. Otros autores, consideran también la línea de Feiss (Baker & Bell, 1991) o ángulo de Costa-Bartani (Salazar, 2007) como otros parámetros a incluir en este método.

Pero también existen otros métodos como:

- Valoración antropométrica: Se incluye en este tipo de valoración las realizadas a través de referencias óseas marcadas sobre la piel, como por ejemplo la medición del ángulo tibio-calcáneo (**ATC**) con goniómetro.

#### **Gráfico No. 11 Marcación de la ATC**



**Fuente:** Silvia, Lara Sánchez , Zagalas Sánchez, & Martínez López. Análisis de Diferentes Métodos de Evaluación de la Huella Plantar, 2010.

### Gráfico No. 12 Marcación del escafoides por palpación



**Fuente:** Silvia, Lara Sánchez , Zagalas Sánchez, & Martínez López. Análisis de Diferentes Métodos de Evaluación de la Huella Plantar, 2010.

Dentro de las ventajas estarían que es un método rápido de usar, sencillo y no presenta ningún tipo de riesgo para los participantes. En cambio, los inconvenientes son una marca ósea sobre la piel, que está basado en una medida estática sin tener en cuenta el comportamiento dinámico del pie (Silvia, Lara Sánchez , Zagalas Sánchez, & Martínez López, 2010).

Además que el examinador deberá tener mucha experiencia y cierta sensibilidad a palpación. Cuando se marca una prominencia ósea sobre la piel hay que tomar en cuenta el tejido cutáneo y subcutáneo, el cual el momento de palpar nos daría la apariencia de estar tocando el hueso, pero el momento de señalar y quitar el dedo de la prominencia, el subcutáneo y cutáneo vuelven a su sitio y marcaremos un falso positivo.

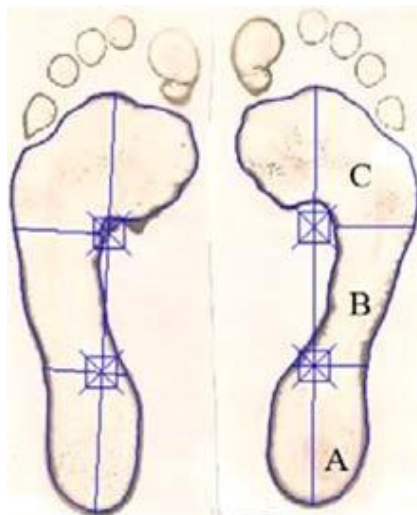
- Métodos cuantitativos: Los métodos cuantitativos de medida del arco plantar, como las radiografías del pie, han sido y son muy usados ya que constituyen una importante ayuda en la evaluación de las características morfológicas del pie y también proporcionan información para valorar los riesgos de lesiones en jóvenes adultos físicamente activos. Son más costosos, la muestra se toma con el paciente estático y pueden tener algún

perjuicio para los participantes como la exposición a la radiación. La radiografía se usa tanto como método de obtención de la huella como método de análisis de la misma (Menz & Munteanu, 2005).

- Índice del Arco (IA): El **IA** está definido como la proporción entre las áreas de contacto de las diferentes partes de la huella plantar excluyendo los dedos. Es una medida útil para validar la altura del arco interno del pie. “Es uno de los parámetros de la huella plantar más citados en la literatura. Además, demuestran que, comparado con el resto de mediciones es el que proporciona menos casos de pies sin clasificar” (Nikolaidou & Boudolos, 2006).

Para dividir el pie en tres partes iguales se tiene que tomar primero el eje axial del pie, que es una línea que va desde el centro del talón hasta lo más alto del segundo dedo. El IA se mide como la proporción del área del medio pie entre la superficie total del pie sin tomar en cuenta los dedos (Gráfico No. 11).

**Gráfico No. 13 Medición del Índice del Arco**



**Fuente:** Silvia, Lara Sánchez , Zagalas Sánchez, & Martínez López. Análisis de Diferentes Métodos de Evaluación de la Huella Plantar, 2010.

Así, se obtienen los valores que determinan el tipo de pie según los centímetros cuadrados (Ecuación 2):

**Ecuación No. 1 Ecuación para hallar el Índice del Arco (Cavanagh, Rodgers, 1987)**

$$IA = \frac{B}{A + B + C}$$

**Fuente:** Silvia, Lara Sánchez , Zagalas Sánchez, & Martínez López. Análisis de Diferentes Métodos de Evaluación de la Huella Plantar, 2010.

- Pie cavo se considera cuando  $IA \geq 0,21$
- Pie normal está comprendido entre  $0,21 < IA < 0,26$
- Pie plano se considera cuando  $IA \geq 0,26$ .
- Índice del Arco Modificado: Chu et al. (1995) describieron un método alternativo al IA, denominado Índice del Arco Modificado (IAM). Basándose en el IA original de Cavanagh y Rodgers (1987), incluye datos de presiones plantares según la superficie de contacto. Chu et al. (1995) comprobaron que tiene mayor reproducibilidad y menor subjetividad que el IA, aunque describen que el IA es capaz de analizar huellas de pies cavos extremos, algo que otros métodos no consiguen. No obstante, el material para utilizar este método es más costoso, ya que se necesita una plataforma para registrar las presiones (Silvia, Lara Sánchez , Zagalas Sánchez, & Martínez López, 2010).
- Ángulo de Clarke: El ángulo de Clarke (Clarke, 1933) se basa en calcular un ángulo formado por la línea que tangente a las dos zonas más salientes de la parte interna de la huella, con la línea que une el punto más interno del antepié y el punto que se encuentra en la parte más pendiente del arco que coincide con la zona metatarsal. El ángulo



de Clarke representa un coeficiente de fiabilidad de 0,97 computado por test duplicado. Presenta una gran dificultad a la hora de colocar la línea B, además de no poseer normas establecidas para la clasificación de los datos y no poder puntuar los tipos de pie extremos (Silvia, Lara Sánchez , Zagalas Sánchez, & Martínez López, 2010).

- Test de Viladot clasifica la huella de pie plano en cuatro grados:
  - El primer grado se caracteriza por presentar un ensanchamiento de la huella del mediopié, pero sin que lo apoye completamente, por lo que queda algo de arco interno.
  - En el segundo grado, hay contacto del borde interno del mediopié pero con una zona de la parte media que no apoya al mantenerse la bóveda.
  - En el tercer grado, desaparece la bóveda y apoya completamente el mediopié, por lo que la anchura del mediopié es similar a la del antepié.
  - En el cuarto grado, la anchura de la huella del mediopié es mayor que la del antepié” (Santonja, 2006).
- Índice de la Impresión del Pie: El método del Índice de la Impresión del Pie es un método observacional de clasificación de la postura estática del pie. Fue desarrollado por Redmon et al. (2006), y modificado dos años después por Redmon, Crane y Menz (2008). El primer método constaba de seis criterios observacionales y el modificado, consta de 8 criterios evaluados en posición bipodal relajada, cuyos resultados varían entre -16 (pie supinado) hasta +16 (pie pronado). Presenta algunas limitaciones, como son la necesidad de experiencia previa por parte del examinador, destreza manual para la palpación y la objetividad

propia de un método observacional. En cuanto a la predicción de los movimientos del mediopié durante la marcha, se ha comprobado que el FPI es un indicador pobre. Así, ha llegado a proponerse que la simple evaluación visual del mediopié y de la eversión/inversión de calcáneo son similares a éste modelo (Silvia, Lara Sánchez , Zagalas Sánchez, & Martínez López, 2010).

- Altura del Dorso del Pie: Se define como la longitud más alta del dorso del pie tomada al 50 % de la longitud real del pie, desde la parte más posterior del calcáneo hasta la parte final del dedo más largo (Silvia, Lara Sánchez , Zagalas Sánchez, & Martínez López, 2010).
- Fotopodograma: Este método permite obtener un contorno objetivo de la porción del pie que se apoya, aportando una buena impresión de la huella sin ensuciar la planta del pie con tintas. Puede orientar sobre las presiones de la huella de una manera superficial. También, ofrece la posibilidad de evaluación del tipo de pie y permite seguir de manera objetiva la evolución de las malformaciones podológicas. El uso de este método de evaluación de la huella plantar tiene ventajas como su bajo coste y su facilidad de uso.

Una de sus desventajas es que como no aporta datos cuantitativos y la posibilidad de error en cualquiera de los momentos por los que pasa el análisis de la huella (Chu et al., 1995). Una de las cosas más importantes por las que se aconseja utilizar este método, tiene que ver con la afirmación de Razeghi y Batt (2000). Estos autores consideran que este método de obtención de la huella plantar es un método útil para clasificar el tipo de pie en diferentes grupos, algo que otros métodos no son capaces de hacer (Silvia, Lara Sánchez , Zagalas Sánchez, & Martínez López, 2010).

- **Pedígrafo:** El uso del pedígrafo también es frecuente en la práctica clínica. Consiste en pisar sobre un dispositivo de goma impregnado en tinta bajo el cual hay un papel que tras la pisada se impregna de la tinta y señala la huella plantar (Gómez, 2008).

A continuación se exponen un cuadro donde se resume los distintos métodos de evaluación, sus autores, parámetros, ventajas e inconvenientes, lo cual motivó al autor utilizar el método de Hernández Corvo, ya que muestra buena precisión, tanto en la realización como en la clasificación del tipo de pie, además el resultado no se verá comprometido por la experiencia por la experiencia del examinador. Por esto, demuestra ser más objetivo que los otros métodos.

**Tabla No. 1 En esta tabla se encuentra los métodos de análisis y obtención de la huella plantar más comúnmente utilizados, así como los autores que los han empleado y las ventajas e inconvenientes que pueden reportar cada uno (ATC, IA)**

MÉTODOS DE ANÁLISIS	AUTOR/ES (AÑO/S)	PARÁMETRO MEDIDO	VENTAJAS	INCONVENIENTES
<b>Inspección visual no cuantitativa</b>	Cavanagh y Rodgers (1987).	Forma del pie por observación visual.	Rápido y útil.	Subjetivo, necesidad mucha experiencia examinador.
<b>Ángulo tibio-calcáneo (ATC) con goniómetro</b>	Viladot (2000) y Albert (2009).	Ángulo entre la tibia y el calcáneo.	Sencillez, determina pie valgo o varo.	Subjetivo, necesidad mucha experiencia examinador.
<b>Altura del dorso del pie</b>	Cowan, et al. (1993); Williams y McClay (2000).	Longitud más alta del dorso del pie tomada al 50% de la longitud real del pie.	Válido.	Subjetividad.
<b>Altura del escafoides: palpación directa</b>	Chu et al. (1995); Saltzman et al. (1995).	Medición tubérculo escafoides hasta el suelo para determinar	Rápido, sencillo, no riesgo para los participantes.	Subjetivo, basado en medida estática.

		medida ángulo interno.		
<b>Caída del escafoides</b>	Sachithanandam y Joseph (1995); Shrader et al. (2005); Howard y Briggs (2006); Billis et al. (2007); Nielsen et al. (2008); Razeghi y Batt (2000).	Medida desde tuberosidad escafoides en descarga y después en apoyo bipodal.	Rápido, sencillo, no riesgo para los participantes.	Subjetivo, basado en medida estática.
<b>Altura del escafoides normalizada</b>	Williams y McClay (2000); Menz y Munteanu (2005); Scott et al. (2007); Nielsen et al. (2008).	Altura del escafoides entre longitud total del pie.	Rápido, sencillo, no riesgo para los participantes.	Subjetivo, basado en medida estática.
<b>Altura del escafoides truncada</b>	Cowan et al. (1993); Saltzman et al. (1995); Kaufman et al. (1999); Williams y MacClay (2000); Menz y Munteanu (2005); Murley et al. (2009).	Altura del escafoides entre la longitud truncada de la huella.	Proporciona la representación más válida del esqueleto óseo del pie.	Subjetividad.
<b>Índice del Arco (IA)</b>	Cavanagh y Rodgers (1987); Hamil et al. (1989); McCrory et al. (1997); Nikolaidou y Boudolos (2006).	Proporción entre las áreas de contacto de las diferentes partes de la huella plantar excluyendo los dedos.	Medida útil y un predictor válido de la altura del arco interno del pie.	Errores al determinar la superficie del pie.
<b>Índice de la impresión del pie</b>	Redmon et al. (2006); Redmon et al. (2008).	Método observacional de clasificación de la postura estática del pie.	Rápido y sencillo, toma datos de la huella plantar impresa.	Necesidad de experiencia previa por parte del examinador, destreza manual para la palpación y subjetividad.
<b>Método de Hernández Corvo</b>	Hernández (1989); Sirgo y Aguado (1991); Sirgo et al. (1997); Abián et al. (2005); López et al. (2006); Zurita et al. (2006); Abián et al. (2008); Aguilar et al. (2009).	Tipificar el pie según unas medidas que se realizan en base a la impresión plantar.	Buena precisión, tanto en la realización como en la clasificación del tipo de pie.	Basado en medida estática.

**Fuente:** Silvia Lara Diéguez, Amador Jesús Lara Sánchez, María Luisa Zagalaz Sánchez, Emilio J. Martínez-López. Análisis de los diferentes métodos de evaluación de la huella plantar, (2010)

### **2.7.1 BAROPODOMETRÍA DINÁMICA**

La Baropodometría Dinámica es un análisis de la distribución de las cargas que soporta la planta del pie, que tiene como objetivo medir las presiones plantares totales y por sus regiones durante la marcha.

El resultado de baropodometría puede ayudar al médico a diagnosticar un problema con una visión más funcional de la patología, es decir, identifica características que normalmente no se muestran en los exámenes estáticos, porque el sujeto no está en movimiento. Además, ayuda a determinar la indicación para el uso correcto y adecuado de zapatos, plantillas y otros tipos de órtesis que ofrecen protección, alivio y confort a los pies.

La muestra para el análisis se desarrolla en forma natural como en la vida cotidiana, como cuando se camina o se corre, evaluando de esta forma las oscilaciones dinámicas y calculando posibles deficiencias del pie. Además la plataforma se calibra con el peso de cada paciente, de esta manera se genera una escala para el paciente en particular, en kilogramos haciendo que tanto la evaluación y los resultados sean personalizados y confiables. Dependiendo del peso del paciente el software automáticamente arrojará una escala con valor en unidades de PSI (pulgadas por libra cuadrado).

#### **Gráfico No. 14 Paciente contactando la plataforma**

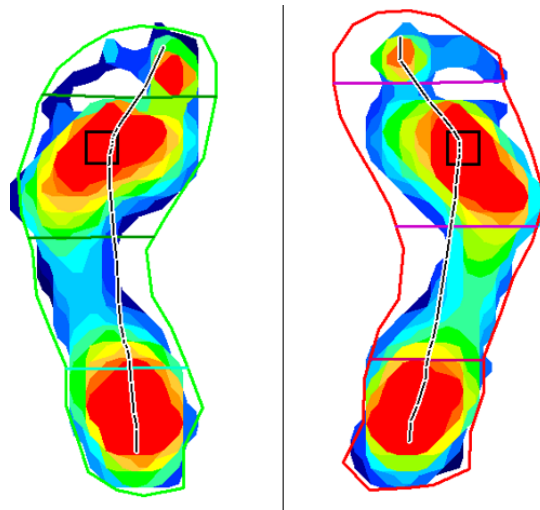


**Fuente:** Estudio de Presiones plantares, 2015

**Elaborado por:** Michael Schonauer. Terapia Física.

El resultado es una media estándar de las presiones de cada uno de los pies, que arroja mediante la escala de colores mencionada anteriormente. La cantidad de presión que existen en las diferentes regiones del pie; también revela datos como el tiempo de permanencia en el piso y la cantidad de fuerza que realiza cada una de estas regiones durante la marcha. Además se puede observar la trayectoria de progresión del pie durante la marcha y por último se puede apreciar y arroja valores numéricos sobre el punto máximo de presión (cuadrado negro) en el pie durante la caminata, el cual por lo general, es el punto doloroso que el paciente refiere en el pie el momento de caminar, por lo general en pacientes diabéticos este punto es el que nos señala la parte de la planta del pie más vulnerables a generar úlceras.

**Gráfico No. 15 Presiones plantares**



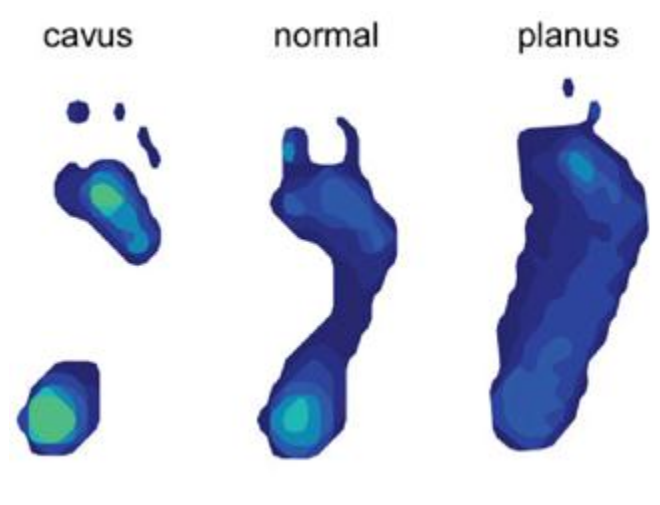
**Fuente:** Estudio de Presiones plantares, 2015

**Elaborado por:** Michael Schonauer. Terapia Física.

En un estudio realizado en la ciudad de Framingham, estado de Massachusetts en Estados Unidos (2002-2008) sobre **“LA ASOCIACIÓN DE LA POSTURA CON PIE PLANO Y LA FUNCIONALIDAD DEL PIE PRONADO CON EL DOLOR EN EL PIE: MÉTODO DE FRAMINGHAM”** (Association of Planus Foot Posture and Pronated Foot Function With Foot Pain: The Framingham Foot Study) con una muestra de 3,378 participantes de la ciudad de Framingham durante el período del año 2002 al 2008 se utilizó para la obtención de la muestra baropodometrías dinámicas con las cuales realizaron dos tipos de pruebas.

La primera, fue ver la postura del pie, la cual fue categorizada como normal, plano o cavo utilizando baropodometría computarizada de manera estática con el fin de obtener el índice del arco interno.

**Gráfico No. 16 Typical examples of cavus, normal, and planus static foot posture categories**

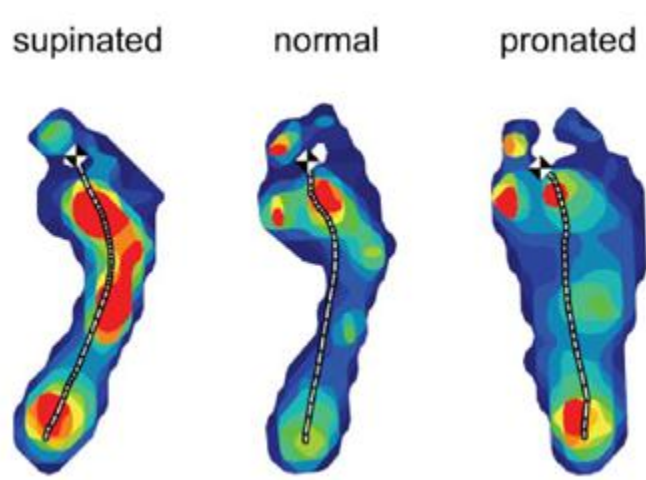


**Fuente:** Hylton b. Menz, Alyssa b. Dufour, Jody I. Riskowski, Howard J. Hillstrom, and Marian T. Hannan. Association of planus foot posture and pronated foot function with foot pain: the Framingham foot study, (2002-2008)

La segunda, fue analizar la funcionalidad del pie, la cual fue categorizado en normal, pronado o supinado durante la marcha utilizando la plataforma de forma dinámica ya que en su resultado se muestra la trayectoria del pie durante la marcha. Los participantes caminaron a través de la plataforma dos veces y solo la segunda toma fue la tomada en cuenta para el estudio (Menz, Dufour, Riskowski, Hilstrom, & Hannan, 2013)



### Gráfico No. 17 Supinated, normal, and pronated dynamic foot function categories



**Fuente:** Hylton b. Menz, Alyssa b. Dufour, Jody I. Riskowski, Howard J. Hillstrom, and Marian T. Hannan. Association of planus foot posture and pronated foot function with foot pain: the Framingham foot study, (2002-2008)

El estudio además de las pruebas baropodométricas constaba de cuestionarios personalizados los cuales preguntaban al paciente si ha experimentado dolor en el pie, en donde, qué tipo de actividad realizaban. También se tomó en cuenta el peso de los participantes, para esto se los pesaba con una balanza estándar (Menz, Dufour, Riskowski, Hilstrom, & Hannan, 2013)

El resultado fue de 3,378 participantes. 3,197 completaron los cuestionarios y se realizaron el examen de baropodometría tanto estática como dinámica (1,403 hombres y 1,794 mujeres), contribuyendo con un total de 6,394 pies analizados. La edad promedio de los participantes fue de 66 años (se tomó las muestras en un rango de edad de 33 a 100 años). 56 % de los participantes fueron mujeres y 44 % fueron hombres (Menz, Dufour, Riskowski, Hilstrom, & Hannan, 2013).

La tabla No. 2 Muestra las especificaciones de la zona del dolor según sexo

**Tabla No. 2 Descriptive characteristic of men and women in the Framingham Foot Study with complete biomechanical foot examinations**

Characteristic	Men (n = 1,403) (no. feet = 2,806)	Women (n = 1,794) (no. feet = 3,588)
Age, mean $\pm$ SD years	66.19 $\pm$ 10.11	66.16 $\pm$ 10.76
Weight, mean $\pm$ SD pounds	193.81 $\pm$ 34.49	158.83 $\pm$ 36.11
Foot pain		
Generalized	414 (14.8)	853 (23.8)
Toe pain	198 (7.1)	438 (12.2)
Ball of foot pain	129 (4.6)	300 (8.4)
Forefoot pain	122 (4.4)	334 (9.3)
Arch pain	149 (5.3)	290 (8.1)
Heel pain	136 (4.9)	222 (6.2)
Hindfoot pain	144 (5.1)	255 (7.1)
Foot disorders		
Hallux valgus	470 (16.8)	1,292 (36.0)
Hammer toes	472 (16.8)	644 (18.0)
Overlapping toes	142 (5.1)	243 (6.8)
Plantar fasciitis	81 (2.9)	131 (3.7)
Morton's neuroma	185 (6.6)	324 (9.0)
Hallux rigidus	123 (4.4)	113 (3.2)
Tailor's bunion	69 (2.5)	168 (4.7)
* Values are the number (percentage) unless indicated otherwise. Means provided across individuals; numbers and percentage reflect number of feet in the study.		

**Fuente:** Hylton b. Menz, Alyssa b. Dufour, Jody I. Riskowski, Howard J. Hillstrom, and Marian T. Hannan. Association of planus foot posture and pronated foot function with foot pain: the Framingham foot study, (2002-2008)

Los participantes reportan la presencia generalizada de dolor en cualquiera de los dos pies en algunos días, (14.8 % de hombres y 23.8 % de mujeres). La tabla muestra también que en los hombres existe mayor dolor en los dedos de los pies (7.1 %), también en las mujeres, siendo mayor en ellas (12.2%). En cuanto a las alteraciones presentadas en pie se puede evidenciar que la más frecuente en hombres son los dedos en garra (16.8 %) mientras que en las mujeres es el hallux valgus o juanete (36 %).

Las asociaciones entre la postura del pie y dolor en el pie en hombres y mujeres, ajustadas por edad y peso, se presentan en la Tabla 2 en comparación con el grupo de referencia postura pie normal, la postura del pie plano se asoció significativamente con un 30 % más de probabilidad de dolor en el arco de hombres, mientras que la postura

pie cavo se asoció con una disminución de 26 % probabilidad de dolor en el pie y un 36 % disminuyó la probabilidad de dolor en el arco en las mujeres

En conclusión el estudio muestra la postura en pacientes con pie plano y pronado está asociado a síntomas en los pies. Intervenciones que modifican la anormalidad de la postura y función del pie deberán cumplir un rol de prevención para el tratamiento del dolor generalizado del pie.

### **2.7.2 MÉTODO DE HERNÁNDEZ CORVO**

El Método de Hernández Corvo consiste en tipificar el pie según unas medidas que se realizan en base a la impresión de la huella plantar método permite cuantificar y definir la clasificación del tipo de pie, ya sea plano o cavo. (Hernández, 2009).

El método consiste en:

- Tomar la muestra de la huella plantar del paciente.
- Trazar una línea vertical en la parte interna del pie, que va desde el punto más alto del 1er dedo hasta el borde inferior del talón.
- Se traza una línea vertical de la parte más externa del 5to metatarso y se une mediante una línea horizontal hasta la línea vertical de la parte interna del pie. Este valor será X.
- Se traza otra vertical en el punto más alto del arco interno y el borde externo del medio pie. Aquí se sacará el valor de Y.
- Para calcular el porcentaje que representa X se utiliza la siguiente ecuación:

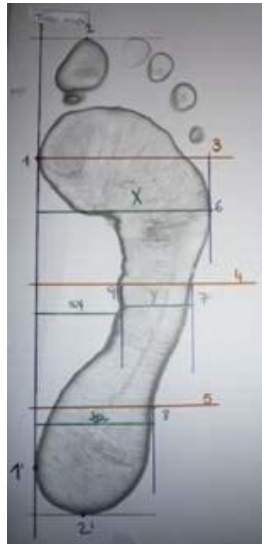
## Ecuación No. 2 Ecuación De Hernández Corvo

$$HC(\%) = \frac{(X - Y)}{X} \cdot 100$$

**Fuente:** Silvia Lara Diéguez, Amador Jesús Lara Sánchez, María Luisa Zagalas Sánchez, Emilio J. Martínez-López. Análisis de los diferentes métodos de evaluación de la huella plantar, 2010.

- Si el porcentaje es :
  - 0 – 10 %: Pie plano grado IV
  - 10% - 20%: Pie plano grado III
  - 20% - 30%: Pie plano grado II
  - 30% - 40%: Pie plano grado I
  - 40% - 54%: Pie normal.
  - 55% - 59%: Pie normal / cavo
  - 60% - 74%: Pie Cavo
  - 75% - 84%: Pie cavo fuerte
  - 85% - 100%: Pie cavo extremo

**Gráfico No. 18 Evaluación de la huella plantar según el protocolo de Hernández Corvo**



**Fuente:** Silvia Lara Diéguez, Amador Jesús Lara Sánchez, María Luisa Zagalaz Sánchez, Emilio J. Martínez-López. Análisis de los diferentes métodos de evaluación de la huella plantar, 2010.

## 2.8 HIPÓTESIS

- Más del 50 % de la población de los estudiantes de la Escuela Adventista Ciudad de Quito presentarán una huella plantar característica del pie plano la cual se clasificará en grado I, II o III mediante el Método de Hernández Corvo .

## **CAPÍTULO III**

### **3.1 ANÁLISIS Y RESULTADOS**

En este capítulo se presentan los resultados que se obtuvieron mediante la obtención de la muestra con baropodometría dinámica y la clasificación de los pies planos encontrados en grado I, II o III.

Se realizó el análisis con las distintas variables que en las que se clasificó el estudio, entre ellas está el grado de pie plano I, II y III, la edad y las presiones plantares según obtención de muestra mediante baropodometría dinámica.

Durante el estudio La Escuela Adventista Ciudad de Quito contaba con un total de 60 estudiantes, de los cuales 36 fueron sujetos al examen, 16 estudiantes (44%) son de sexo masculino y 20 estudiantes (56%) son de sexo femenino.

De acuerdo con los criterios de inclusión y exclusión, 14 estudiantes eran menores de 8 años de edad y 10 estudiantes no contaron con el consentimiento de sus padres por lo tanto no se les realizó la toma de la muestra mediante baropodometría dinámica.

Los Resultados que se expondrán a continuación se los analizo por medio de tablas de frecuencias y porcentajes para cuantificar el número de estudiantes con pie plano, el grado de pie plano grado I, II y III y su prevalencia y la edad de los estudiantes.

### 3.1.1 RESULTADO DE LA ADQUISICIÓN DE LA MUESTRA Y ESCALA UTILIZADA POR LA BAROPODOMETRÍA DINÁMICA

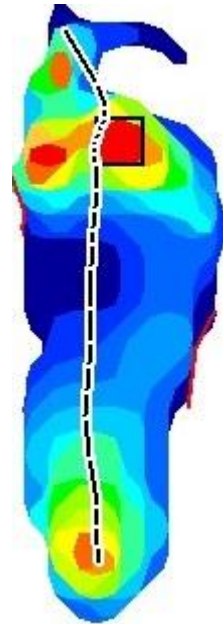
**Gráfico No. 19 Media Pie Izquierdo**



**Fuente:** Baropodometría Dinámica.

**Elaborado por:** Michael Schonauer (2015).

**Gráfico No. 20 Media Pie Derecho**



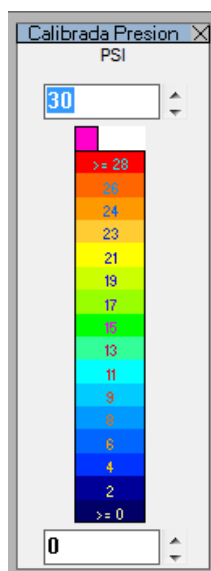
**Fuente:** Baropodometría Dinámica.

**Elaborado por:** Michael Schonauer (2015).

Una vez que el niño caminó a través de la plataforma y contactó por tres ocasiones con su pie derecho y tres con su pie izquierdo, el software nos permite adquirir la media de la muestra, es decir, tener una sola imagen en la cual conste un promedio de las tres huellas plantares de cada pie, facilitando al examinador la interpretación (gráfico 14 y 15).

Con una muestra tan precisa como esta se puede observar claramente el descenso del arco interno, el cual contacta el piso el momento de caminar, además de la forma que está adoptando el pie el momento de soportar todo del peso del cuerpo.

### Gráfico No. 21 Escala en PSI



**Fuente:** Estudio de Presiones plantares, 2015

**Elaborado por:** Michael Schonauer. Terapia Física.

### 3.1.2 TABLAS DE FRECUENCIAS Y PORCENTAJES

**Tabla No. 3 Prevalencia de pie plano**

Edad	Frecuencia	Pie normal o cavo Según Método de Hernández Corvo	Pie Plano	%
8 años	8	6	2	6%
9 años	8	7	1	3%
10 años	7	5	2	6%
11 años	7	6	1	3%
12 años	6	5	1	3%
<b>Total</b>	36	29	7	19%



**Fuente:** Baropodometría Dinámica.

**Elaborado por:** Michael Schonauer (2015).

Se tomó la muestra a un total de 36 niños, de los cuales 7 (equivalente al 19 %) presentan pie plano, y 29 niños (equivalente al 81%) presentan pie plano normal o cavo (no se especificará que grado de pie cavo presentan los 29 niños de la muestra, ya que el presente trabajo busca la prevalencia de los pies planos grado I, II y III).

Entre los niños de 8 años de edad se encontró que el 6% de la muestra presentan pie plano. En niños de 9 años el 3 %, en niños de 10 años el 6%, en niños de 11 años el 3% y en niños de 12 años el 3 % de la muestra.

No se encontraron pie plano grado I en ninguno de los grupos de los niños.

**Tabla No. 4 Frecuencia de Pie Plano grado II**

<b>Edad</b>	<b>Frecuencia Pie Plano II IZQ</b>	<b>Frecuencia Pie Plano II DER</b>	<b>Porcentaje Pie IZQ</b>	<b>Porcentaje Pie DER</b>
<b>8 años</b>	1	1	50%	33%
<b>9 años</b>	0	0	0%	0%
<b>10 años</b>	1	1	50%	33%
<b>11 años</b>	0	0	0%	0%
<b>12 años</b>	0	1	0%	33%
<b>Total</b>	2	3		

**Fuente:** Baropodometría Dinámica.

**Elaborado por:** Michael Schonauer (2015).

Se encontró un total de 2 pie plano grado II izquierdos y 3 pie plano grado II derechos.

En los niños de 8 años de edad, se encontró que el 50% muestra Pie plano grado II en el pie izquierdo y el 33% muestra pie plano grado II en el pie derecho. En niños de 9 años de edad no se encontraron pie plano grado II en ninguno de los pies. En los niños de 10 años de edad, se encontró que el 50 % muestra pie plano grado II en el pie izquierdo y 33% presenta pie plano grado II en el pie derecho. En niños de once años de edad no se encontró pie plano grado II en ninguno de los pies y en niños de 12 años de edad se encontró que el 33% muestra pie plano grado II en el pie derecho.

**Tabla No. 5 Frecuencia de Pie Plano grado III**

<b>Edad</b>	<b>Frecuencia Pie Plano III IZQ</b>	<b>Frecuencia Pie Plano III DER</b>	<b>Porcentaje Pie IZQ</b>	<b>Porcentaje Pie DER</b>
<b>8 años</b>	0	0	0%	0%
<b>9 años</b>	1	1	33%	33%
<b>10 años</b>	1	1	33%	33%
<b>11 años</b>	1	1	33%	33%
<b>12 años</b>	0	0	0%	0%
<b>Total</b>	3	3		

**Fuente:** Baropodometría Dinámica.

**Elaborado por:** Michael Schonauer (2015).

Se encontró un total de 3 pie plano grado III izquierdos y 3 derechos.

En niños de 8 años de edad no se encontraron pies planos grado III, en niños de 9 años de edad se encontró que 33% de la muestra presenta pie plano grado III izquierdo y derecho. En niños de 10 años de edad se encontró que 33% de la muestra presenta pie plano grado III izquierdo y derecho. En niños de 11 años de edad se encontró que 33% de la muestra presenta pie plano grado III izquierdo y derecho y en niños de 12 años de edad se encontró que 33% de la muestra presenta pie plano grado III izquierdo y derecho.

En dos niños de 8 años de edad, se encontró en uno de ellos un pie plano izquierdo grado IV y en otro un pie normal.

### **3.2 DISCUSIÓN**

El presente estudio pretende estimar la prevalencia de pie plano en la población de niños escolares comprendidos entre las edades de ocho a doce años de la Escuela Adventista Ciudad de Quito, y debido a que cada pie presenta presiones diferentes (como se ha demostrado gracias a la plataforma de presiones plantares), estimar la prevalencia del grado de pie plano I, II o III tanto del pie derecho como del pie izquierdo.

El pie plano es uno de los diagnósticos más comunes, con los que nos presentamos los profesionales en el área de la salud habitualmente (Ripalda, 2010 - 2011).

En el presente estudio se observa poca prevalencia de pie plano con un 19 % (7 estudiantes) del total de una muestra que consto con 36 niños del mismo establecimiento escolar con una incidencia de pie plano grado II y III para el pie derecho y una de grado II para el pie izquierdo , al igual que en el estudio de Disertación de grado previo a la obtención de título de Médico Cirujano por Juan Francisco León Ripalda (2010-2011), en el cual se encontró una prevalencia global de pie plano del 39.2% (102 participantes), con una muestra de 260 estudiantes de diferentes instituciones del valle de los chillos en Quito, además se reportó una frecuencia del 24.2% de los participantes clasificados en pie plano Grado II según la escala de Viladot (Ripalda, 2010 - 2011), de la misma forma en el estudio realizado en Arica – Chile por Omar Navarro, María Olivares , Paulina Palacios , & Noelia Robles (2013) se encontró una prevalencia baja de pie plano en la población estudiantil de Arica, con el 28%, pie cavo con una prevalencia del 13% y con lo que se concluye

que el 59 % restante presentan pie normal. Su muestra fue mucho mayor, un total de 420 alumnos (210 niñas y 210 niños) de 3 diferentes tipos de colegios de enseñanza básica de la ciudad de Arica, en edades de entre 6 a 12 años, aparentemente sanos, fueron medidos (Navarro, Olivares , Palacios , & Robles , 2013).

Se puede observar que el índice de pie plano es bajo en los tres casos, una de las diferencias es la cantidad de porcentajes entre los estudios, lo cual se puede deber al tamaño de la muestra que cada uno de los investigadores utilizó. Otra diferencia relevante, desde el punto de vista del autor, es que 24.2 % de los 102 participantes que Ripalda encontró con pie plano presentan un grado de pie plano II. Mientras que en el estudio realizado en Arica- Chile no se determina grados de pie plano, solo se investiga prevalencia de pie plano y pie cavo en general, no lo clasifican dentro de los niveles o grados de alteración conocidos. A pesar que algunas bibliografías dicen que el pie plano es muy común en los niños, al parecer con el crecimiento el pie va definiendo los arcos. Por lo que en los tres estudios se demuestra su poca prevalencia. Por lo tanto la hipótesis se descarta

Para la obtención de la muestra previa categorización del grado de pie plano, tanto Ripalda (2010-2011) como Omar Navarro, María Olivares, Paulina Palacios, & Noelia Robles (2013) utilizaron un podoscopio. En el caso del estudio realizado en el Valle de los chillos de la ciudad de Quito –Ecuador se utilizó un podoscopio de fabricación artesanal, y se les pidió a los participantes que soporten su peso sobre ambos pies y luego se procedió a tomar fotografías de las huella plantar. En el estudio

realizado en Arica – Chile se menciona la utilización de una evaluación podoscópica de la huella plantar desde el plano anteroposterior.

Ambos métodos de valoración se los realiza de manera estática, la cual según varios autores como Razeghi y Batt (2000) manifiestan que “este método de obtención de la huella plantar es un método útil para clasificar el tipo de pie en diferentes grupos, algo que otros métodos no son capaces de hacer”, pero autores como Chu et al., (1995) manifiestan que “una de las desventajas de la utilización de Fotopodograma es que no aporta datos cuantitativos y la posibilidad de error en cualquiera de los momentos por los que pasa el análisis de la huella es alto”.

Al utilizar un método de valoración estática en la cual solo se ve la cantidad de superficie de la planta del pie compartiendo el peso corporal junto con el otro pie demuestra que no se obtuvo una muestra fiable para aplicar los métodos de valoración de grado de pie plano. En el estudio realizado en el Valle de los Chillos de la ciudad de Quito-Ecuador (2010-2011) se categorizó el pie plano y sus grados mediante el método de Viladot, mientras que en el estudio de Arica-Chile (2013) no se menciona la utilización de ningún método a parte de la observación que los investigadores realizaron sobre la planta de los pies de los estudiantes mientras estaban parados en “un podoscopio de cristal sólido, con espejo oblicuo y de haz de luz, ocupando la posición bipodálica” (Navarro, Olivares , Palacios , & Robles , 2013).

En ambos estudios, a diferencia de la presente investigación, no se pudo apreciar en forma y en tiempo real cual es la verdadera superficie de la planta del pie en contacto con el piso (puesto que ambos pies compartían la sostenibilidad del peso

corporal) esto se lo logra ver en la fase de balanceo de una de las extremidades durante la marcha.

Ripalda (2010-2011) describe al pie plano como: “uno de los diagnósticos más comunes para los pediatras y ortopedistas “. En el estudio realizado en Arica- Chile (2013) describe que: “Los problemas ortopédicos del pie en el niño son los más frecuentes en esta época de la vida. Por esto, es importante hacer la diferenciación entre un pie normal y un pie alterado” (Navarro, Olivares , Palacios , & Robles , 2013). En la opinión del autor, además de realizar un diagnóstico precoz sin tener una muestra fiable, ya que no se está considerando que la función principal de los arcos la cual es la de dar forma y dinamismo a la planta del pie, es decir que la muestra se la debería obtener con un estudio dinámico y no estático, mientras los arcos del pie están en movimiento cumpliendo su función tanto dinámica como de sostén. Pero mientras el pie está estático se puede observar solo una de las funciones de los arcos, la cual es brindar soporte al cuerpo y en esta posición los arcos se mantienen rígidos.

A pesar de contar con una población mucho más reducida que el estudio realizado en el Valle Chillos de la ciudad de Quito (2010-2011) y del estudio realizado en Arica-Chile (2013), se plantea de manera concisa y se demuestra que los pies no siempre van a tener el mismo grado de pie plano o alteración biomecánica, esto puede ser por innumerables factores, como la lateralidad del paciente, la cantidad de masa y fuerza muscular que las extremidades del participante tengan (lo cual está influenciado directamente con la lateralidad del participante), la desviación del centro de gravedad del paciente, cualquier molestia o dolor en una de las extremidades, lesiones previas en una de las extremidades, etc. Estos son factores que llevaran al cuerpo a compensar la forma inconsciente la cargar peso en los pies, lo cual se podrá

determinar con los resultados cuantitativos de fuerza y tiempo de permanencia del pie en sus diferentes regiones durante la marcha.

Por último el test de Viladot es un test observacional no cuantificable el cual lo hace muy subjetivo y lo hace dependiente de la experiencia que tenga el examinador.

Por último, esta investigación concuerda con los comentarios realizados en la Tabla No. 1 en la cual describen los métodos de análisis y obtención de la huella plantar más comúnmente utilizados, así como los autores que los han empleado y las ventajas e inconvenientes que pueden reportar cada uno (Silvia, Lara Sánchez , Zagalas Sánchez, & Martínez López, 2010). En él se determina que el Método de Hernández Corvo, a pesar de que la obtención de la muestra se lo realiza de manera estática tiene buena precisión, tanto en la realización como en la clasificación del tipo de pie, lo que demuestra que es cuantificable, lo cual desde mi punto de vista elimina la subjetividad del test.



## CONCLUSIONES

- De la muestra utilizada se determina que en los niños entre las edades de ocho a doce años la prevalencia de pie plano en la Escuela Adventista Ciudad de Quito es baja.
- Dentro del estudio se demuestra mediante exámenes de presiones plantares computarizadas y el análisis individual de las muestras de presiones plantares de cada uno de los pies mediante el Método de Hernández Corvo, que el comportamiento de las presiones plantares no es igual en ambos pies, que siempre estas van a diferir un pie del otro.
- Dentro de los pocos estudiantes que presentaron pie plano, se encontró que el pie plano grado II es el de mayor prevalencia.
- Gracias al estudio se determina la importancia de una adecuada obtención de la huella plantar, con sus presiones respectivas tomada mientras la planta del pie cumple con sus funciones anatómicas naturales, permitiéndonos así acercarnos más a la verdad de un diagnóstico preciso, quitando el protocolo de generalización en cuanto al diagnóstico de las alteraciones que pueda sufrir el pie, ya sea esta plano, cavo, prono o supino. Lo cual conllevará también a eliminar los protocolos ortésicos y fisioterapéuticos para los desbalances biomecánicos del pie.
- Es indispensable valorar en niños las presiones plantares mediante instrumentos que nos permita realizarlos de forma dinámica, debido a que como se encuentran en desarrollo existe mucha laxitud ligamentaria lo que nos llevaría a la conclusión de un pie plano flexible, pero no es sino hasta saber que tanto ese arco interno contacta el piso que podemos orientar al paciente al mejor tratamiento. En la baropodometría estática, el niño carga el peso en los dos pies evitando que todo el peso caiga en uno solo de ellos como pasa durante la etapa de balanceo en la marcha normal.

- Por último se concluye que cada pie debe de ser valorado por separado, que es indispensable tener una buena muestra y que para ello hay que poner al pie o la estructura a valorar a cumplir sus funciones anatómicas y mecánicas normales, ya que como hemos mencionado esto va ayudar a eliminar diagnósticos precoces erróneos y mejorará el tratamiento que le podamos brindar al paciente.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda hacer un estudio con ayuda de una plataforma de presiones plantares a una muestra más grande para tener una mayor base de datos y sacar un mayor porcentaje de estudiantes evaluados.
- Se recomienda obtener la muestra tanto de manera estático como dinámico para poder apreciar mejor las diferencias de las presiones plantares utilizando ambos métodos.
- Así mismo se recomienda realizar un estudio comparativo entre instituciones públicas y privadas las cuales debido a su capacidad económica no tendrán charlas ni temas de prevención hacia los padres de familia que también por la falta de dinero no podrán comprar calzado adecuado a sus hijos, reduciendo la importancia del cuidado de la base de sustentación de sus cuerpo. Se plantea el análisis de las presiones plantares en diferentes regiones del Ecuador y realizar un estudio comparativo para verificar si el factor ambiental se involucra de alguna manera en la aparición de desbalances biomecánicos en el pie.
- Se recomienda realizar un estudio en el cual se divida los resultados por edad y por sexo, así como pesar a cada uno de los participantes y una anamnesis de las actividades que realiza en casa para poder relacionar y demostrar cómo afecta el sobrepeso, sedentarismo y moda de calzado a la aparición de desbalances biomecánicos de pie como es el pie plano y sus diferentes grados.

## BIBLIOGRAFÍA

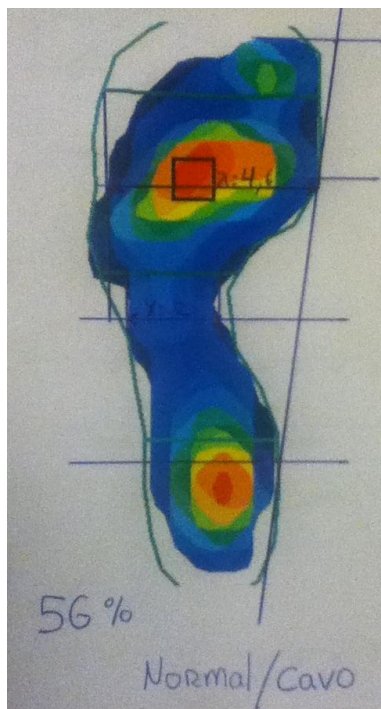
- Baker, M., & Bell, R. E. (1991). The role of footwear in childhood injuries. *Pediatric Emergency Care*, 353-355.
- Berdejo del Fresno, D., Lara Sánchez, A. J., Martínez López, E. J., Cachón Zagalaz, J., & Lara Diéguez, S. (2011). *Alteración de la huella plantar en función de la actividad física realizada*.
- Cavanagh, P., Morag, E., & Boulton, A. M. (1997). The relationship of static foot structure to dynamic foot function. *J. Biomech*, 243 - 250.
- Cavanagh, P., Rodgers, M. M., & Liboshi, A. (2003). *Pressure distribution under symptom-free feet during barefoot standing*.
- Chu, W. C., & Lee, S. H. (2008). *The use of arch index to characterize arch height: a digital image processing approach*. USA.
- Cornwall, M., & McPoil, T. G. (2002). *Motion of the calcaneus, navicular and first metatarsal during the stance phase of walking*.
- Elvira, J. L., Vera García, F. J., Meana, M., & García, J. A. (2008). Análisis Biomecánico del apoyo plantar en la marcha atlética. Relación entre la huella plantar, ángulos de la articulación subastragalina y presiones plantares. *European Journal of Human Movement*, 41-60.
- Geideman, W., & Johnson, J. E. (2000). *Posterior tibial tendon dysfunction*. U.S.A.
- Gómez, A. (2008). *Repercusión de la manipulación de una disfunción osteopática de iliaco posterior sobre la morfología de la huella plantar*. Madrid.
- Hernández, R. (2009). *Morfología funcional deportiva*. México D.F: Paidotribo.
- Howard, J., & Briggs, D. (2006). The arch height index measurement system: a new method of foot classification. *Athletic Therapy Today*, 56-57.
- Kapandji, A. (2008). *Fisiología Articular*. España : Panamericana .
- Lozano, A. G. (2009). Pie plano en la infancia y en la adolescencia. *Revista Mexicana de Ortopedia Pediátrica*, 5-13.
- Menz, H. B., Dufour, A. B., Riskowski, J. I., Hilstrom, H. J., & Hannan, M. T. (2013). *Association of Planus Foot Posture and Pronated Foot Function with Foot Pain: The Framingham Foot Study*. Framingham : American College of Rheumatology.

- Menz, H., & Munteanu, S. E. (2005). Validity of 3 clinical techniques for the measurement of static foot posture in older people. *Journal of Orthopedic and Sports Physical Therapy*, 479-486.
- Naiijjarine, A. (2008). *The Orthotic Revolution*. Australia : Cliff Lewis Printing.
- Navarro, O. E., Olivares , U. M., Palacios , N. P., & Robles , F. N. (2013). Prevalencia de anomalías de pie en niños de enseñanza básica de entre 6 a 12 años, de colegios de la ciudad de Arica-Chile. *Int.J.Morphol*, 162 - 168.
- Neuman, D. (2010). *Ankle and Foot In Kinesiology of the Musculoskeletal System: Foundations for Rehabilitation*. St. Louis: Mosby Elsevier .
- Nikolaidou, M., & Boudolos, K. D. (2006). A footprint based approach for the rational classification of foot types in young school children . *The Foot*, 82-90.
- Nordin, M., & Frankel, V. H. (2012). *Bases biomecánicas del sistema musculoesquelético*. USA: Wolters Kluwer .
- Ripalda, J. F. (2010 - 2011, Diciembre - Enero). DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MÉDICO CIRUJANO. *PREVALENCIA DE PIE PLANO EN NINOS DEL VALLE DE LOS CHILLOS; SECTOR SAN RAFAEL, CANTÓN QUITO, PROVINCIA DE PICHINCHA EN EL PERÍODO DICIEMBRE 2010 - ENERO 2011*. Quito, Pichincha, Ecuador .
- Salazar, C. (2007). Pie plano como origen de alteraciones biomecánicas en cadesa ascendente. *Fisioterapia*, 80-89.
- Santonja, F. (2006). Pie plano. In *Cirugía menor y procedimientos en medicina de familia* (pp. 1117 - 1129 / Capítulo 237 / Sección 22). Murcia .
- Silvia, D. L., Lara Sánchez , A. J., Zagalas Sánchez, M. L., & Martínez López, E. J. (2010). Análisis de los diferentes métodos de evaluación de la huella plantar. *Nuevas tendencias en Educación Física, Deportes y Recreación*, 49-53.
- Soames, R. W. (1995). Foot pressures during gait . *J. Biomech* , 120-126.
- Van Gheluwe, B., Dananberg, H. J., & Hagman, F. (2006). *Effects of the hallux limitus on plantar foot pressure and foot kinematics during walking*.
- Viladot, A. (2000). *Quince lecciones sobre patologías del pie (2da edición)*. Barcelona : Springer.

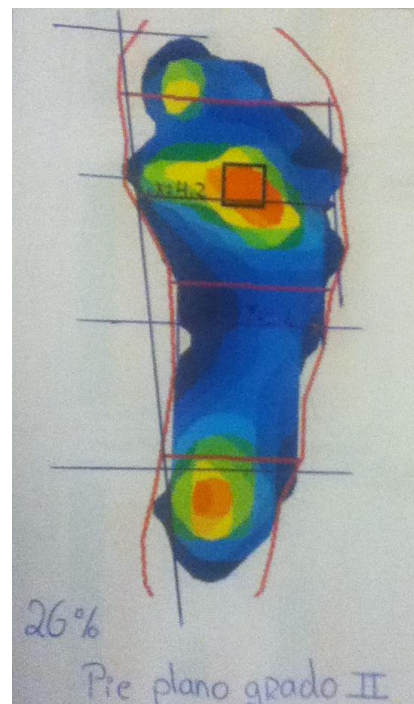
## ANEXOS

### ANEXO No. 1 . PRESIONES PLANTARES VALORADAS CON EL MÉTODO DE HERNÁNDEZ CORVO

Izquierda



Derecha



**Fuente:** Baropodometría Dinámica.

**Elaborado por:** Michael Schonauer (2015).

## **ANEXO No. 2 CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA INSTITUCIONES**

**Nombre del Investigador Principal:** Michael Schonauer Cueva

**Documento de Consentimiento Informado para:** Paulina Mulky Cárdenas

**Nombre de la Organización:** Escuela Adventista Ciudad de Quito

**Nombre del Patrocinador:** Pontificia Universidad Católica del Ecuador

**Nombre de la Propuesta y Versión:** PREVALENCIA DE PIE PLANO GRADO I, II Y III EN ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN REGULAR BÁSICA DE LA ESCUELA ADVENTISTISTA CIUDAD DE QUITO, MEDIANTE BAROPODOMETRIA DINÁMICA Y EL MÉTODO DE EVALUACIÓN DE HERNÁNDEZ CORVO.

### **PARTE I.- INFORMACIÓN**

Yo, Michael Schonauer, estudiante Egresado de la carrera de Terapia Física, Facultad de Enfermería, de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, me encuentro realizando mi Trabajo de Disertación de Grado previo a la obtención de mi título de Licenciado en Terapia Física sobre: **“Prevalencia de pie plano grado I, II y III en estudiantes de educación regular básica de la Escuela Adventista ciudad de Quito, mediante Baropodometría Dinámica y el método de evaluación de Hernández Corvo”**, con fines de evaluación y descriptivos.

Voy a proporcionar información e invitar a la participación en este trabajo. No se debe decidir en este momento sobre la participación o no, antes puede consultar con alguien de su confianza o con quien usted prefiera y se sienta conforme.

Puede haber algunas palabras que Usted no entienda. Por favor, solicite una mayor explicación y con gusto se le dará.

#### **1. Tipo de Investigación**

Este trabajo, lo que se hará es recabar información acerca de su conocimiento y participación como Representante de la Institución

## **2. Selección de Participantes**

En el presente trabajo se invita a los estudiantes de 8 a 12 años que acuden a esta institución.

## **3. Participación Voluntaria**

Su participación en este trabajo es totalmente voluntaria. Si Usted elige no participar, esto no causara ningún problema y usted seguirá laborando con normalidad en la Institución que representa. Además Usted podrá retirarse de la misma en cualquier momento y esto no le causará ninguna dificultad.

## **4. Beneficios**

No habrá beneficios para los participantes, pero es probable que su participación nos ayude a encontrar una respuesta a la hipótesis del trabajo. Puede que no haya beneficio para la sociedad en el presente estado del trabajo, pero es probable que generaciones futuras se beneficien.

## **5. Incentivos**

No se le dará ningún tipo de incentivo, dinero o regalos por formar parte en este trabajo.

## **6. Confidencialidad**

La información que recojamos en este proyecto se mantendrá confidencial, y los datos que se recaben servirán para fines de estudio únicamente.

## **7. Compartiendo los Resultados**

Se compartirá la información aquellos padres de familia que lo soliciten.

## **8. A Quien Contactar**

Si tuviera alguna duda, puede contactar a:

- **Nombre:** Michael Schonauer



- **Dirección:** Antonio Román e Ignacio Asin, Torre D.

☐ **Número de teléfono:** 0987142924

☐ **Dirección electrónica:** michael Schonauerl@hotmail.com

## **PARTE II: Formulario de Consentimiento**

He sido invitado a participar en el trabajo llamado **“Prevalencia de pie plano grado I, II y III en estudiantes de educación regular básica de la escuela Adventista Ciudad de Quito, mediante Baropodometría Dinámica y el método de evaluación de Hernández Corvo durante el período de Septiembre a Octubre del 2015”**.

He sido informado(a) de las características del trabajo y de la manera de mi participación en ella, sé que puede que no haya beneficios para mi persona y que tampoco habrá ningún tipo de recompensas. Se me ha proporcionado el nombre del investigador que puede ser fácilmente contactado ya que se me ha dado todos sus datos.

He leído la información proporcionada o me ha sido leída. He tenido la oportunidad de preguntar sobre ella y se me ha contestado satisfactoriamente las preguntas que he realizado. Consiento voluntariamente participar en este trabajo y entiendo que tengo el derecho de retirarme de la misma en cualquier momento.

Nombre del Participante: \_\_\_\_\_

Firma del Participante: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ años

Fecha: \_\_\_\_\_

Día/mes/año

## **ANEXO No. 3 CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PADRES DE FAMILIA**

**Nombre del Investigador Principal:** Michael Schonauer Cueva

**Documento de Consentimiento Informado para los Padres de Familia del estudiante:** .....

**Nombre de la Organización:** Escuela Adventista Cuidad de Quito

**Nombre del Patrocinador:** Pontificia Universidad Católica del Ecuador

**Nombre de la Propuesta y Versión:** PREVALENCIA DE PIE PLANO GRADO I, II Y III EN ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN REGULAR BÁSICA DE LA ESCUELA ADVENTISTISTA CUIDAD DE QUITO, MEDIANTE BAROPODOMETRIA DINÁMICA Y EL MÉTODO DE EVALUACIÓN DE HERNÁNDEZ CORVO.

### **PARTE I.- INFORMACIÓN**

Yo, Michael Schonauer, estudiante Egresado de la carrera de Terapia Física, Facultad de Enfermería, de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, me encuentro realizando mi Trabajo de Disertación de Grado previo a la obtención de mi título de Licenciado en Terapia Física sobre: **“Prevalencia de pie plano grado I, II y III en estudiantes de educación regular básica de la Escuela Adventista ciudad de Quito, mediante Baropodometría Dinámica y el método de evaluación de Hernández Corvo”**, con fines de evaluación y descriptivos.

Voy a proporcionar información e invitar a la participación en este trabajo. No se debe decidir en este momento sobre la participación o no, antes puede consultar con alguien de su confianza o con quien usted prefiera y se sienta conforme.

Puede haber algunas palabras que Usted no entienda. Por favor, solicite una mayor explicación y con gusto se le dará.

#### **1. Tipo de Investigación**

Este trabajo, lo que se hará es recabar información acerca de su conocimiento y participación como Representante de la Institución

## **2. Selección de Participantes**

En el presente trabajo se invita a los estudiantes de 8 a 12 años que acuden a esta institución.

## **3. Participación Voluntaria**

Su participación en este trabajo es totalmente voluntaria. Si Usted elige no participar, esto no causara ningún problema y usted seguirá laborando con normalidad en la Institución que representa. Además Usted podrá retirarse de la misma en cualquier momento y esto no le causará ninguna dificultad.

## **4. Beneficios**

No habrá beneficios para los participantes, pero es probable que su participación nos ayude a encontrar una respuesta a la hipótesis del trabajo. Puede que no haya beneficio para la sociedad en el presente estado del trabajo, pero es probable que generaciones futuras se beneficien.

## **5. Incentivos**

No se le dará ningún tipo de incentivo, dinero o regalos por formar parte en este trabajo.

## **6. Confidencialidad**

La información que recojamos en este proyecto se mantendrá confidencial, y los datos que se recaben servirán para fines de estudio únicamente.

## **7. Compartiendo los Resultados**

Se compartirá la información aquellos padres de familia que lo soliciten.

## **8. A Quien Contactar**

Si tuviera alguna duda, puede contactar a:

- **Nombre:** Michael Schonauer

- **Dirección:** Antonio Román e Ignacio Asin, Torre D.

☐ **Número de teléfono:** 0987142924

☐ **Dirección electrónica:** michael Schonauerl@hotmail.com

## **PARTE II: Formulario de Consentimiento**

He sido invitado a participar en el trabajo llamado **“Prevalencia de pie plano grado I, II y III en estudiantes de educación regular básica de la escuela Adventista Ciudad de Quito, mediante Baropodometría Dinámica y el método de evaluación de Hernández Corvo durante el período de Septiembre a Octubre del 2015”**.

He sido informado(a) de las características del trabajo y de la manera de mi participación en ella, sé que puede que no haya beneficios para mi persona y que tampoco habrá ningún tipo de recompensas. Se me ha proporcionado el nombre del investigador que puede ser fácilmente contactado ya que se me ha dado todos sus datos.

He leído la información proporcionada o me ha sido leída. He tenido la oportunidad de preguntar sobre ella y se me ha contestado satisfactoriamente las preguntas que he realizado. Consiento voluntariamente participar en este trabajo y entiendo que tengo el derecho de retirarme de la misma en cualquier momento.

Nombre del Participante: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ años

Firma de los representantes legales: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Día/mes/año

## **ANEXO No. 4 CARTA DIRECTORA DEL COLEGIO ADVENTISTA CIUDAD DE QUITO**

Quito 1 de Septiembre del 2015

Sra. Directora Paulina Mulki Cárdenas

COLEGIO ADVENTISTA CUIDAD DE QUITO

Presente.-

Por medio de la presente, me dirijo a usted para solicitarle de la manera más cordial, al encontrarme ya egresado de la carrera de Terapia Física de la PONTIFICIE UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR, permitirme realizar mi estudio sobre la prevalencia de pies planos grado I, II y III como método diagnostico que pueden ser tratados de manera temprana evitando problemas tanto articulares como musculares en los niños a futuro.

El estudio consta en la detección temprana del pie plano y la determinación de su grado I, II o III. Esta detección se la hará a través de una Baropodometría Dinámica, la misma que se encarga de medir las presiones plantares de los niños el momento que caminan. La Baropodometría Dinámica es un tipo de tapete por la cual los niños tendrán que caminar descalzos tres veces cada uno y automáticamente esta arroja los datos de sus presiones plantares, con este resultado yo podré aplicar una técnica la cual me ayudara a identificar el grado de pie plano I, II o III que el niño o niña pueda tener.

Para esto, el grupo óptimo de trabajo, son los niños y niñas entre 8 y 12 años de edad ya que cualquier detección temprana de una de estos grados de pie plano será

beneficiosa para los pacientes y su adecuado desarrollo corporal normal. Los resultados de dicho estudio serán expuestos como mi proyecto de TESIS con el cual obtendré mi título de licenciado en Terapia Física, además se entregará los informes sobre las presiones plantares a los padres de familia que lo soliciten.

Agradezco de antemano su gentil ayuda y atención a la presente.

Atentamente

MICHAEL SCHONAUER